

**IMPLEMENTASI SISTEM PENGUKURAN pH DAN SUHU PADA  
TANAMAN AQUAPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
MENGUNAKAN *K-NEAREST NEIGHBOUR***

**SKRIPSI**

**Oleh:  
DYAH AYU WIRANTI  
NIM. 17650093**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**IMPLEMENTASI SISTEM PENGUKURAN pH DAN SUHU PADA  
TANAMAN AQUAPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
MENGUNAKAN *K-NEAREST NEIGHBOUR***

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:  
DYAH AYU WIRANTI  
NIM. 17650093**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**IMPLEMENTASI SISTEM PENGUKURAN pH DAN SUHU PADA  
TANAMAN AQUAPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
MENGUNAKAN *K-NEAREST NEIGHBOUR***

**SKRIPSI**

**Oleh :  
DYAH AYU WIRANTI  
NIM. 17650093**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji  
Tanggal : 10 Juni 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Muhammad Faisal, M.T  
NIP. 19740510 200501 1 007

Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT  
NIP. 19771020 200912 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Cahyo Crysdian  
NIP. 19740424 200901 1 008

## LEMBAR PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI SISTEM PENGUKURAN pH DAN SUHU PADA TANAMAN AQUAPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGUNAKAN *K-NEAREST NEIGHBOUR*

#### SKRIPSI

Oleh :  
**DYAH AYU WIRANTI**  
**NIM. 17650093**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Pada Tanggal 10 Juni 2021

Susunan Dewan Penguji		Tanda tangan
1. Penguji Utama	: <u>Prof. Dr. Suhartono</u> NIP. 19680519 200312 1 001	( )
2. Ketua Penguji	: <u>Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom</u> NIP. 19831213 201903 1 004	( )
3. Sekretaris Penguji	: <u>Dr. Muhammad Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	( )
4. Anggota Penguji	: <u>Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT</u> NIP. 19771020 200912 1 001	( )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Cahyo Crysdian  
NIP. 19740424 200901 1 008

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dyah Ayu Wiranti  
NIM : 17650093  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Jurusan : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Implementasi Sistem Pengukuran pH dan Suhu  
pada Tanaman Aquaponik Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan *K-Nearest Neighbour*.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 1 Juni 2021  
Yang membuat pernyataan,



Dyah Ayu Wiranti  
NIM. 17650093

## **HALAMAN MOTTO**

*“Bismillah pasti ada jalan, Allah tau usaha kita.”*

## HALAMAN PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

**Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala, shalawat serta salam kepada Rasulullah Shallallahu 'alaihi wasallam.**

**Saya persembahkan karya ini kepada:**

Kepada kedua orang tua tercinta Bapak Munjiyat dan Ibu Arik Lujeng Mardiani yang selalu mamajatkan do'a kepada Allah Subhanahu wa ta'ala dan selalu memberi dukungannya dalam bentuk apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan S1 ini.

Untuk adikku Ramizah Alya Agustina dan seluruh keluarga yang selalu memberi semangat dan menghibur saat penulis mengalami kendala, sehingga penulis kembali termotivasi dan menyelesaikan penulisan ini.

Kepada dosen pembimbing Bapak Dr. Muhammad Faisal, M.T dan Bapak Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT serta seluruh dosen Teknik Informatika yang telah membimbing dan ilmunya kepada penulis.

Kurnia Siwi Kinasih, Nabillah Nuriska, Ainafatul Nur Muslikah, Anisa Eka Rahmawati dan sahabat lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat dan mengingatkan serta mengajak penulis untuk belajar bersama.

Teman-teman *Unocore* angkatan 2017 Teknik Informatika UIN Malang yang saling memberikan doa dan semangat. Teman-teman terdekat saya dan kakak tingkat yang selalu memotivasi dan memberi arahan penulis saat menyelesaikan penyusunan skripsi ini, semoga Allah Subhanahu wa ta'ala membalas kebaikan kalian amin.

## KATA PENGANTAR

اَلْسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللهِ تُوهُ وَبَرَكَاتَا

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta nikmat yang luar biasa sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Implementasi Sistem Pengukuran pH dan Suhu pada Tanaman Aquaponik Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan *K-Nearest Neighbour* ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan dari penyusunan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana komputer Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Mualana Malik Ibrahim Malang. Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari kendala-kendala yang ada tetapi banyak pihak telah memberikan dukungan dan motivasi yang luar biasa. Penulis menyampaikan penuh terimakasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua tercinta yang telah memberikan doa dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Sri Hariani, M.Si selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Cahyo Crydian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Dr. Muhammad Faisal, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
6. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.



7. Prof. Dr. Sahartono dan Johan Ericka Wahyu Prakasa, M.Kom, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan banyak saran perbaikan kepada penulis.
8. Citra Fidya Atmalia, S.H, selaku Admin Jurusan Teknik Informatika yang memberikan informasi serta arahan dalam penyusunan skripsi.
9. Teman-teman Unocore yang selalu memberikan doa, semangat, dan bantuan kepada penulis.
10. Semua pihak yang terlibat dan banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Malang, 1 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
الم لخص.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Identifikasi Masalah .....	8
1.3    Tujuan Penelitian.....	8
1.4    Batasan Masalah.....	9
1.5    Manfaat.....	10
BAB II.....	11
TINJAUAN PUSTAKA .....	11
2.1    Penelitian Terdahulu .....	11
2.2    Dasar Teori .....	13
2.2.1    Kangkung .....	13
2.2.2 <i>K-Nearest Neighbor (KNN)</i> .....	15
2.2.3    Mikrokontroler Arduino ATmega 16 .....	16

2.2.4	Sensor Module potential of Hydrogen (pH) Meter .....	18
2.2.5	Sensor Suhu DS18B20.....	20
2.2.6	LCD.....	21
2.2.7	Solenoid Valve .....	22
2.2.8	Relay .....	24
BAB III .....		25
METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Pengumpulan Data .....	25
3.1.1	Data Primer .....	25
3.1.2	Data Sekunder .....	26
3.2	Desain Sistem.....	26
3.2.1	Sistem.....	26
3.2.2	Metode KNN.....	30
3.3	Rencana Uji Coba.....	36
BAB IV .....		40
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Hasil dan Uji Coba .....	40
BAB V PENUTUP .....		86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA .....		88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pin ATmega 16.....	17
Gambar 2. 2 Sensor Module <i>potential of Hydrogen (pH)</i> Meter .....	19
Gambar 2. 3 Sensor Suhu DS18B20.....	21
Gambar 2. 4LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	22
Gambar 2. 5Solenoid Valve .....	23
Gambar 2. 6Relay .....	24
Gambar 3. 1 Alur Sistem .....	27
Gambar 3. 2Desain Sistem.....	28
Gambar 3. 3Flowchart Klasifikasi Metode KNN .....	30
Gambar 4. 1 Plot Persebaran <i>Dataset</i> .....	48
Gambar 4. 2 Plot Persebaran <i>Dataset</i> Dengan RStudio.....	65
Gambar 4. 3 Plot Persebaran Data Latih ( <i>Training Set</i> ) .....	74
Gambar 4. 4 Plot Persebaran Data Uji ( <i>Testing Set</i> ).....	75
Gambar 4. 5 Server Arduino ATmega 16 .....	78
Gambar 4. 6 Pengontrolan Kadar pH ( <i>potential of Hydrogen</i> ).....	79
Gambar 4. 7 Tampilan Keseluruhan Sistem .....	79
Gambar 4. 8 System <i>Inteface</i> Halaman Utama .....	80
Gambar 4. 9 Perhitungan KNN.....	81
Gambar 4. 10 Dataset.....	81
Gambar 4. 11 Klasifikasi .....	82
Gambar 4. 12 Label.....	82
Gambar 4. 13 <i>Add Data</i> .....	83
Gambar 4. 14 Edit Data .....	83
Gambar 4. 15 <i>Delete Data</i> .....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino ATmega 16 .....	17
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Module <i>potential of Hydrogen (pH)</i> Meter .....	19
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20 .....	21
Tabel 3. 1 Contoh <i>Dataset</i> .....	32
Tabel 3. 2 Hasil Perhitungan Jarak .....	34
Tabel 3. 3 Hasil Pengurutan Data .....	35
Tabel 3. 4 Hasil Jarak Terendah.....	36
Tabel 3. 5 Perbandingan Pengukuran Suhu pada Sensor DS18B20 dan Termometer.....	37
Tabel 3. 6 Perbandingan Pengukuran pH pada Module pH Meter dan pH meter digital .....	37
Tabel 3. 7 <i>Confussion Matrix</i> .....	38
Tabel 4. 1 Tabel Uji Sensor module <i>potential of Hydrogen (pH)</i> meter .....	41
Tabel 4. 2 Tabel Uji Sensor Suhu DS18B20 .....	42
Tabel 4. 3 Label Kelas Klasifikasi .....	44
Tabel 4. 4 Tabel <i>Dataset</i> .....	45
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Jarak .....	50
Tabel 4. 6 Pengurutan Data Secara Ascending .....	53
Tabel 4. 7 Hasil Tetangga Terdekat sebanyak K=5 .....	56
Tabel 4. 8 Tabel <i>Dataset</i> .....	57
Tabel 4. 9 Tabel Data Latih ( <i>Training Set</i> ).....	66
Tabel 4. 10 Tabel Data Uji ( <i>Testing Set</i> ) .....	71
Tabel 4. 11 Tabel Confussion Matrix .....	76

## ABSTRAK

Wiranti, Dyah Ayu. 2021. **Implementasi Sistem Pengukuran pH dan Suhu pada Tanaman Aquaponik Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan *K-Nearest Neighbour***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Dr. M. Faisal (II) Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT.

Kata Kunci : *Internet of Things*, Pengukuran pH dan Suhu, *K-Nearest Neighbour*.

Salah satu tanaman yang digemari masyarakat yaitu tanaman sayuran salah satunya kangkung. Kangkung merupakan varian sayuran yang banyak diminati oleh kalangan masyarakat, karena selain enak kangkung juga memiliki banyak kandungan manfaat. Permasalahan yang sering kita jumpai di lingkungan masyarakat salah satunya adalah tidak memiliki lahan yang cukup luas tetapi dengan sistem aquaponik masyarakat tetap dapat melakukan penanaman. Selain itu sistem aquaponik sendiri masih banyak yang bersifat manual. Dengan adanya sistem aquaponik pintar diharapkan sistem aquaponik lebih mudah dan lebih efisien bagi para petani. Sistem aquaponik dirancang secara otomatis agar dapat mengontrol kadar *potential of Hydrogen (pH)* sesuai kebutuhan tanaman dan dapat mengetahui perubahan suhu pada air. Dengan menggunakan dua inputan sebagai parameter yaitu kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan suhu pada air dan diklasifikasi dengan metode *K-Nearest Neighbor* maka alat ini akan berjalan secara otomatis. Hasil dari penelitian dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan di uji dengan RStudio dengan *dataset* yang ada menunjukkan hasil nilai *accuracy* sebesar 87,80%, nilai presisi 91,42%, dan nilai *recall* 89,76%. Data hasil pengukuran kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan suhu air dapat dilihat pada tampilan web yang dapat diakses melalui jaringan internet.

## ABSTRACT

Wiranti, Dyah Ayu. 2021. **Implementation of a pH and Temperature Measurement System for *Internet of Things* Based Aquaponic Plants Using *K-Nearest Neighbor***. Undergraduate Thesis. Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor : (I) Dr. M. Faisal (II) Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT.

Keywords : *Internet of Things*, pH and Temperature Measurement, *K-Nearest Neighbour*.

One of the popular plants with the community is vegetable crops, one of which is kale. Kangkung is a vegetable variant in great demand by the public because besides being delicious, kale also has many benefits. We can find one of the problems in our community, that is they do not have large enough land. But, with the aquaponics system, the community can still plant. In addition, many aquaponics systems are still manual. With the smart aquaponics system, it is hoped that the aquaponic system will be easier and more efficient for farmers. The aquaponics system is fertilized automatically so that it can control the level of potential of Hydrogen (pH). According to the needs of the plant, it can detect changes in temperature in the water. Using two inputs as parameters, namely the level of potential of Hydrogen (pH) and temperature in the water and classified by the K-Nearest Neighbor method, this tool will run automatically. The results of the research using the K-Nearest Neighbor method and tested with RStudio with the existing datasets show the results of an accuracy value of 87.80%, a precision value of 91.42%, and a recall value of 89.76%. The data on the measurement levels of the potential of Hydrogen (pH) and water temperature can be showed on a web display that can be reach via the internet.

## المخلص

ويرانتي ، دياه أبو. ٢٠٢١. تنفيذ نظام قياس درجة الحموضة ودرجة الحرارة على الإنترنت للنباتات المائية القائمة على الأشياء باستخدام **K**- أقرب الجيران. أطروحة. قسم هندسة المعلوماتية بكلية العلوم والتكنولوجيا مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. المشرف: (١) د. فيصل (٢) د. فخر كورنيوان ،م.

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء ، قياس الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة ، **K**- أقرب الجار.

من النباتات التي تحظى بشعبية في المجتمع محاصيل الخضروات ، ومن بينها اللفت. السبانخ المائي هو نوع نباتي يزداد الطلب عليه من قبل الجمهور ، لأنه بالإضافة إلى كونه لذيذاً ، فإن للفت أيضاً العديد من الفوائد. واحدة من المشاكل التي نواجهها في كثير من الأحيان في المجتمع هي أنه ليس لديهم أرض كبيرة بما يكفي ولكن مع نظام الأكوابونيك لا يزال بإمكان المجتمع زرعها. بالإضافة إلى ذلك ، فإن العديد من أنظمة الاستزراع النباتي والسمكي لا تزال يدوية ، مع نظام الاستزراع النباتي والسمكي الذكي ، من المأمول أن يكون نظام الاستزراع النباتي والسمكي أسهل وأكثر كفاءة للمزارعين. تم تصميم نظام الأكوابونك تلقائياً بحيث يمكنه التحكم في مستوى إمكانات الهيدروجين وفقاً لاحتياجات المصنع ويمكنه اكتشاف التغيرات في درجة حرارة الماء. باستخدام مدخلين كمعلومات ، وهما مستوى جهد الهيدروجين ودرجة الحرارة في الماء وتصنيفها بطريقة **K**- أقرب الجار ، سيتم تشغيل هذه الأداة تلقائياً. تظهر نتائج البحث باستخدام طريقة **K**- أقرب الجار واختبارها باستخدام **RStudio** مع مجموعات البيانات الحالية قيمة دقة تبلغ 87.80٪ وقيمة دقة 91.42٪ وقيمة استدعاء 89.76٪. يمكن رؤية البيانات من قياس المستويات المحتملة للهيدروجين ودرجة حرارة الماء على شاشة ويب يمكن الوصول إليها عبر الإنترنت.



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Teknologi di era modern ini sudah banyak mengalami perkembangan yang begitu signifikan salah satunya di Indonesia, tidak hanya di bidang komunikasi saja, dengan adanya berbagai inovasi baru yang mempengaruhi kehidupan masyarakat hal tersebut dapat membuktikan bahwa perkembangan teknologi sudah berkembang begitu pesat. Teknologi sangat berperan penting dalam kehidupan masyarakat, karena hal tersebut dapat mempermudah masyarakat salah satunya dengan adanya teknologi ini masyarakat dapat memperoleh berbagai informasi tanpa ada batasan jarak, tempat, dan waktu yang mungkin akan menjadi salah satu masalah. Perkembangan teknologi mampu meningkatkan pada berbagai bidang seperti kesehatan, pendidikan, industri, pertanian dan lain-lain.

Di Indonesia, pertanian tidak bisa dilepaskan karena Negara Indonesia merupakan negara yang dikenal dengan segala kekayaan alamnya. Indonesia merupakan negara agraris karena penduduknya memiliki potensi pada sektor pertanian. Negara Indonesia adalah negara beriklim tropis yang menjadi keunggulan untuk sektor pertanian. Berbeda dengan negara lain, Indonesia hanya mempunyai dua musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Kondisi ini sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kekayaan berbagai jenis tanaman yang ada di Indonesia mampu menghasilkan produk pertanian yang unggul dan melimpah. Negara Indonesia dikenal dengan penghasil rempah-rempah

terbesar, selain negara yang kaya oleh rempah-rempah Indonesia juga menghasilkan produk pertanian lainnya seperti buah, sayur, nabati juga banyak dihasilkan.

Sektor pertanian merupakan salah satu mata pencaharian terbesar di Indonesia. Salah satunya dapat dibuktikan dengan data pada Badan Pusat Statistika 2013 menampilkan jumlah rumah tangga yang terjun dalam bidang pertanian. Pada tahun 2013 sebanyak 14.147.942 juta rumah tangga yang terjun dalam bidang pertanian khususnya tanaman pangan. Maka dengan adanya data ini dapat membuktikan bahwa sektor pertanian memiliki peranan penting untuk pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

Aktivitas di bidang pertanian sangat digemari oleh mayoritas masyarakat. Tidak hanya masyarakat yang berkecimpung di dunia pertanian saja, melainkan masyarakat yang bekerja di bidang lain. Salah satu tanaman yang digemari masyarakat yaitu tanaman sayuran salah satunya kangkung. Kangkung merupakan varian sayuran yang banyak diminati oleh kalangan masyarakat, karena selain enak kangkung juga memiliki banyak kandungan manfaat. Kandungan dari kangkung yaitu zat besi, fosfor, kalsium, vitamin A, C, dan B kompleks. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sunardi *et. al* (2013) produksi kangkung pada tahun 2009 secara nasional menghasilkan 360,992 ton. Selain kaya oleh kandungan manfaat di dalamnya, kangkung juga mempunyai nilai ekonomi yang baik. Ada dua jenis kangkung di Indonesia yaitu kangkung darat (*Ipomoea reptans*) dan kangkung air (*Ipomoea aquatic*). Kangkung air cenderung mempunyai daun berwarna hijau kelam dan ukuranya lebih lebar, selain itu bunga

dari kangkung air bewarna keunguan. Berbeda dengan kangkung air kangkung darat tumbuh di tanah yang subur, selain memiliki daun yang hijau kangkung darat juga memiliki ujung yang runcing, bunga kangkung darat berwarna putih.

Kangkung merupakan jenis sayuran yang cukup mudah ditanam. Selain sayuran ini dinilai tahan dari serangan hama, kangkung juga dapat dibudidayakan diberbagai tempat dan hanya memerlukan waktu yang singkat yaitu sekitar 4 sampai 6 minggu. Kecamatan Papar Kabupaten Kediri merupakan salah satu wilayah penghasil kangkung, dimana daerah ini banyak ditanami kangkung darat jenis srimpi. Selain menanam di persawahan tidak sedikit masyarakat yang menanam kangkung di pekarangan rumahnya. Supaya kangkung dapat tumbuh dengan baik, kangkung membutuhkan pengairan yang cukup banyak atau bisa dikatakan dalam jumlah besar, sehingga para petani lebih bisa diuntungkan apabila menanam kangkung dalam musim penghujan karena hal tersebut dinilai dapat mengurangi jumlah biaya produksi. Selain produksi air yang maksimal kangkung juga memerlukan suhu yang cukup panas. Tentunya hal ini menjadi salah satu sumber masalah yang harus dipikirkan petani pada saat musim penghujan untuk mengontrol suhu. Maka hal tersebut membuktikan bahwa petani belum memanfaatkan teknologi secara maksimal. Allah berfirman dalam Al-Quran surah *Al-A'raf*: 58 sebagai berikut:

وَالْبَلَدِ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا تَكْدًا كَذَا لَكَ نُصْرَةٌ مِّنَ الْآلِ ءِ يَٰٓأَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا تَقْرَأُوا الْقُرْآنَ وَلَا يَسْكُرُونَ

Arti : “Dan dari tanah yang baik, tetumbuhan hidup) dengan subur atas kehendak Allah, dan di tanah yang gersang, tetumbuhannya hidup layu. Demikianlah itu, Kami memberi tahu tanda Keagungan (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.” [Al - A'raf : 58].

Dalam tafsir Jalalain sudah ditafsirkan sebagai berikut:

Kemudian Allah memberikan contoh dengan tanah yang subur serta tanah tidak subur untuk menjelaskan macam perilaku manusia. Orang yang baik sifatnya akan dapat menerima kebenaran, sementara orang yang tidak baik perilakunya tidak peduli dengan kebenaran. Dan jika hujan turun pada tanah yang baik, maka tetumbuhannya akan tumbuh subur dengan izin Allah, dan adapun jika hujan turun pada tanah yang buruk, ia tidak akan dapat menumbuhkan tanaman yang baik melainkan hanya akan menumbuhkan tetumbuhannya yang hidup (tumbuh) layu. Demikian itu Kami memberi tahu berulang-ulang akan tanda Keagungan Kami bagi orang-orang yang mensyukuri nikmat. Setelah di ayat yang sebelumnya menjelaskan tentang nikmat Allah berupa hujan yang bisa menumbuhkan tanah tandus dan tanam-tanaman sebagai bukti keesaan Allah untuk membuat hidup orang-orang yang telah tiada pada hari Kiamat, pada ayat ini dan ayat-ayat selanjutnya Allah menyebutkan kisah beberapa nabi terdahulu dan umatnya sebagai pelajaran bagi umat Nabi Muhammad. Penyebutan kisah-kisah nabi ini dimulai dari Kisah Nabi Nuh, rasul pertama yang mengajarkan ajaran tauhid. Sungguh, Kami sungguh telah mengutus Nabi Nuh kepada kaumnya untuk mengajak mereka mengesakan Allah dan memurnikan ibadah hanya kepada-Nya, lalu dia berkata dengan lemah lembut dan sopan, Wahai kaumku! Sembahlah Allah Yang Maha Esa! Tiada Tuhan atau sembah yang layak disembah bagimu selain Dia. Sesungguhnya jika kamu durhaka dan tetap menyembah berhala-berhalamu, aku takut kamu akan ditimpa azab yang pedih akibat kekufuranmu pada hari yang dahsyat, yakni hari kiamat.

Dari tafsir Jalalain diatas dapat diambil kesimpulan bahwa Allah lah yang sepenuhnya memberikan izin kepada tanah di bumi untuk menjadi subur atau gersang. Dan Allah pula yang mengizinkan tetumbuhan tumbuh dengan subur atau tidak. Sehebat apapun manusia berusaha untuk membuat subur tanah dan tetumbuhan jika Allah tidak berkehendak maka tidak akan menjadi kenyataan, begitu pula sebaliknya. Dengan seperti ini agar menjadi pengingat bagi kita untuk selalu mensyukuri atas nikmat yang Allah karuniakan salah satunya tanah dan tetumbuhan yang subur.

Di Indonesia jenis tren *Urban Agriculture* (berkebun urban) sudah cukup lama berkembang, salah satunya adalah Aquaponik. Dalam penelitian Rahmadhani *et. al* (2020) aquaponik merupakan sistem pertanian yang menggabungkan antara aquakultur dengan hidroponik dalam lingkungan yang bersifat saling menguntungkan. Dimana eksresi hewan yang dimanfaatkan untuk tanaman sebagai nutrisi. Dalam penelitian Estim *et. al* (2018) dijelaskan bahwa perubahan dalam parameter kualitas air mengungkapkan bahwa berkurangnya tingkat nutrisi disebabkan oleh pemanfaatan dan penyerapan oleh tanaman untuk pertumbuhan tanaman. Permasalahan yang sering kita jumpai di lingkungan masyarakat salah satunya adalah tidak memiliki lahan yang cukup luas untuk becocok tanam khususnya untuk masyarakat di perkotaan, tetapi dengan sistem aquaponik masyarakat tetap dapat melakukan penanaman. Dengan memanfaatkan sistem aquaponik bertujuan untuk membantu petani, penanaman di aquaponik memiliki kelebihan yaitu petani tidak perlu menyiram tanaman karena tanaman akan disiram dan diberi pupuk secara otomatis. Air pada kolam ikan akan

didorong ke atas dengan bantuan alat berupa pompa sehingga air akan secara otomatis mengairi tanaman sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut. Sisa-sisa zat nitrit dan pakan ikan akan dimanfaatkan kembali sebagai pupuk yang dibutuhkan oleh tanaman, dimana keuntungan pada ikan adalah kolam ikan akan menjadi lebih bersih karena sudah dilakukan penyaringan oleh akar-akar pada tanaman tersebut.

Pada sistem aquaponik salah satu aspek terpenting yang perlu diperhatikan yaitu pengontrolan larutan kadar *potential of Hydrogen (pH)* sesuai kebutuhan tanaman sehingga tanaman dapat betumbuh dengan baik. Tetapi sistem aquaponik sendiri masih banyak yang bersifat manual, dengan adanya sistem aquaponik pintar diharapkan sistem aquaponik lebih mudah dan lebih efisien bagi para petani. Sistem aquaponik dirancang secara otomatis agar dapat mengontrol semua sistem yang ada pada proses penanaman aquaponik tanpa harus melakukan pengamatan secara teratur.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Tzounis *et. al* (2017) menjelaskan bahwa "*Internet of Things*" (*IoT*) adalah keluarga teknologi yang sangat menjanjikan yang mampu menawarkan banyak solusi menuju modernisasi pertanian. Dengan semakin berkembangnya teknologi *Internet of Things (IoT)* tentunya memiliki pengaruh yang baik, salah satunya pada bidang pertanian. Diharapkan hal ini dapat mempermudah petani atau masyarakat yang ini bercocok tanam. Teknologi *Internet of Things (IoT)* dapat membantu para petani, sehingga dalam proses bercocok tanam akan lebih mudah dalam mengatasi proses perawatan yang membutuhkan waktu lebih. Dalam membangun sebuah teknologi

*Internet of Things (IoT)* memerlukan *Machine learning* di dalamnya sehingga sistem mampu bekerja dengan baik. *Machine learning* merupakan kecerdasan buatan yang mampu mengembangkan sebuah sistem tanpa program yang dibuat oleh manusia. Untuk perancangan *Machine learning* diperlukan sebuah data sehingga menghasilkan model yang digunakan untuk proses input dan menghasilkan output.

Metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* adalah salah satu metode yang ada di dalam *Machine learning*. Penelitian yang dilakukan oleh Wardani *et. al* (2016) *K-Nearest Neighbor (KNN)* merupakan teknik klasifikasi algoritma sederhana yang baik yang diperkenalkan oleh Fix dan Hodges. *K-Nearest Neighbor (KNN)* sendiri digunakan untuk mengklasifikasi sebuah data. Cara kerja Metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* yaitu dengan mengklasifikasi suatu objek yang sesuai dengan jarak paling dekat dari objek yang diuji. Dalam penjelasan Apriansyah *et. al* (2016) *K-Nearest Neighbor (KNN)* dapat digunakan untuk menginputkan data baru (data uji) ke dalam sekelompok data yang jaraknya berdekatan dengan menggunakan data latih. Jarak yang digunakan untuk melakukan perhitungan menggunakan persamaan *eucliden*.

Dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang menerapkan sistem *dutch bucked* yang terdapat metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* pada aquaponik akan mempermudah beberapa proses perawatan. Sistem *dutch bucked* merupakan sistem penanaman secara terpisah antara tanaman satu dengan lainnya. Dalam menerapkan sistem *dutch bucked* terdapat beberapa keuntungan, selain dinilai menghemat tempat sistem *dutch bucked* juga dinilai dapat menyuburkan tanaman

karena nutrisi yang diserap oleh setiap akar tumbuhan akan lebih banyak. Untuk membuat sistem aquaponik otomatis terdapat dua parameter yang dibutuhkan, yaitu data suhu dan kadar *potential of Hydrogen (pH)*. Dari kedua parameter tersebut kemudian akan diklasifikasikan dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk mengontrol kadar *potential of Hydrogen (pH)* sesuai dengan kebutuhan tanaman. Untuk mengetahui suhu akan dipantau dengan menggunakan sensor suhu sesuai dengan kebutuhan tanaman aquaponik. Dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* ini sistem akan memantau kadar *potential of Hydrogen (pH)* otomatis dengan data nilai yang diharapkan atau akan dipantau sesuai yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Apabila kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada tanaman mengalami kenaikan maka akan secara otomatis cairan *Asam Fosfat* akan ditambahkan, apabila kadar *potential of Hydrogen (pH)* mengalami penurunan maka secara otomatis cairan *Kalium Hidroksida* akan ditambahkan sehingga kadar *potential of Hydrogen (pH)* akan tetap stabil sesuai dengan kebutuhan tanaman aquaponik.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Seberapa besar tingkat akurasi pengaruh suhu serta kadar *potential of Hydrogen (pH)* dengan menghitung nilai *potential of Hydrogen (pH)* sesuai kebutuhan tanaman aquaponik dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Mengukur akurasi pengambilan keputusan pengaruh suhu serta kadar *potential of Hydrogen (pH)* dengan menghitung nilai *potential of Hydrogen (pH)*



sesuai kebutuhan tanaman berdasarkan pakar menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Sistem ini hanya fokus terhadap budidaya penanaman aquaponik.
2. Sistem ini menggunakan Arduino ATmega 16 sebagai mikrokontroler dan sensor yang dibutuhkan yang mengacu ke Arduino.
3. Sistem ini hanya menggunakan 1 sensor suhu DS18B20, dan 1 sensor *potential of Hydrogen (pH)* yaitu module pH meter sensor.
4. Sistem ini dapat memberikan informasi suhu, dan pengontrolan *potential of Hydrogen (pH)* air dari kolam ikan yang akan dimanfaatkan oleh tumbuhan aquaponik.
5. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Asam Fosfat* sebagai cairan untuk menurunkan *potential of Hydrogen (pH)* dan *Kalium Hidroksida* sebagai cairan menaikkan *potential of Hydrogen (pH)*.
6. Sistem penanaman aquaponik pada penelitian ini diletakkan di dalam ruangan dengan memanfaatkan air dari ikan.
7. Pengujian pada tanaman aquaponik menggunakan objek pendukung berupa tanaman jenis sayuran kangkung.
8. Sistem ini tidak membahas masalah budidaya pada ikan.

### 1.5 Manfaat

1. Sistem ini dapat membantu petani untuk melakukan penanaman tetapi tidak memiliki waktu yang maksimal untuk melakukan pengamatan, karena sistem aquaponik ini dapat berjalan secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman.
2. Sistem ini dapat membantu petani mengetahui suhu air pada aquaponik.
3. Sebagai pemberi informasi mengenai kadar *potential of Hydrogen* (pH) pada tanaman media aquaponik dengan menggunakan model *dutch bucked*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Graber dan Junge (2009) telah melakukan penelitian berupa sistem aquaponik dengan memanfaatkan daur ulang nutrisi dari ikan untuk memproduksi sayuran. Dalam penelitiannya menjelaskan kemungkinan untuk menggabungkan pengolahan air limbah dalam sistem reskulasi akuakultur dengan produksi biomassa tanaman. Dengan melakukan percobaan pada tiga tanaman pangan dinilai mampu mendaur ulang unsur hara dari air limbah ikan. Desain khusus yang digunakan untuk menghasilkan nitrifikasi air limbah ikan, serta tempat penanaman yang memiliki cahaya cukup dinilai mampu mengolah air limbah ikan sehingga pertumbuhan tanaman dapat berkembang dengan baik dan dinilai cocok untuk dikonsumsi.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rahmadhani *et. al* (2020) dituliskan bahwa aquaponik merupakan salah satu sistem sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas tumbuhan dengan menggabungkan budi daya ikan. Kotoran ikan yang terkandung di air limbah akan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk kelangsungan tumbuh kembangnya tanaman. Salah satu produksi jenis tanaman kangkung dinilai 29,12% mengalami pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan dengan sistem hidroponik. Hal ini dibuktikan dengan menunjukkan nilai yang signifikan berupa tingkat ketinggian tanaman, jumlah daun, volume akar, dan bobot segar daun. Berbeda dengan tanaman pakcoy, tanaman ini

menunjukkan peningkatan produksi pada sistem hidroponik sebesar 17,03% dibandingkan menggunakan sistem aquaponik. Sehingga dapat dituliskan tanaman kangkung lebih cocok ditanaman menggunakan sistem aquaponik dan tanaman pakcoy menggunakan sistem hidroponik.

Penelitian Wardani *et. al* (2016) telah menghasilkan sebuah aplikasi yang memanfaatkan tumbuhan mangrove dengan menerapkan kecerdasan *K-Nearest Neighbor (KNN)* di dalamnya. Aplikasi ini digunakan untuk mempermudah mengetahui banyaknya jenis mangrove yang ada di Indonesia tanpa perlu membaca secara manual pada buku panduan yang ada. Metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* digunakan untuk mengklasifikasi data tumbuhan mangrove yaitu dengan adanya data uji kemudian dicari data yang menunjukkan data terdekat dari data latih tumbuhan mangrove. Setelah selesai melakukan proses klasifikasi didapatkan data yang disebut data hasil, kemudian data tersebut diperiksa untuk mengetahui tumbuhan tersebut dikenal sebagai tumbuhan mangrove yang sesuai atau tidak. Ketika benar maka pengujian dinyatakan berhasil begitu juga sebaliknya. Tetapi dalam sistem untuk masukan data masih dipilih secara manual.

Penelitian yang telah dilakukan Haryanto *et. al* (2018) dengan merancang sistem aquaponik *Internet of Things (IoT)* dengan menggunakan sensor otomatis. Dalam penelitian yang telah dilakukan belum melibatkan proses kecerdasan di dalamnya. Sedangkan dalam sistem aquaponik yang dibuat oleh penulis melibatkan proses kecerdasan di dalamnya. Sistem aquaponik dengan memanfaatkan air kolam gurame akan dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk tumbuhan kangkung. Sensor yang akan digunakan yaitu sensor pengukur tingkat

keasaman yang berupa sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter, dan sensor suhu DS18B20. Sistem aquaponik otomatis ini menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)*, dimana metode ini digunakan sebagai proses pengklasifikasi kondisi air. Data sensor yang telah diperoleh akan diolah dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* di dalam mikrokontroler arduino ATmega 16. Data yang telah diambil dan telah diklasifikasi kemudian akan pada web dengan bantuan *NodeMCU*, sehingga pengguna sistem aquaponik akan mengetahui kondisi kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan kondisi suhu pada saat itu juga.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Kangkung**

Kangkung (*Ipomoea sp.*) merupakan tanaman yang diduga asli tropis. Penyebaran dari tanaman kangkung sebagian besar di daerah Asia, Afrika, dan Australia. Dari data Badan Pusat Statistika pada tahun 2017 sayuran kangkung merupakan sayuran yang sangat digemari oleh kalangan masyarakat Indonesia. Telah dibuktikan pada tahun 2015 dengan jumlah sebanyak 1,134 juta ton, kemudian setelah tahun 2016 mengalami kenaikan sebesar 1,232 juta ton. Dapat dilihat dari data berikut bahwa kebutuhan masyarakat terhadap kangkung semakin meningkat, hal ini dikarenakan sadarnya masyarakat akan kesehatan yang dapat ditunjang dengan mengonsumsi sayuran alami dan sehat secara teratur. (Fadhillah *et.al*, 2019)

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) merupakan salah satu dari jenis kangkung yang dapat tumbuh di air. Kangkung air merupakan tanaman yang

memiliki tingkat pertumbuhan cukup tinggi. Selain itu akar dari kangkung air dapat dimanfaatkan sebagai filtrasi yang dapat menjaga kebersihan air dari pertumbuhan mikroba. Kangkung air juga dinilai mampu beradaptasi dengan luas, pada suhu 25°C – 33°C kangkung air masih dapat tumbuh dengan baik. Apabila suhu mengalami penurunan dibawah 23,9°C pertumbuhan kangkung air mengalami gangguan sehingga tidak dapat tumbuh dengan baik. Tanaman kangkung air juga dinilai mudah dalam beradaptasi di lingkungan baru. (Vidyanti *et.al*, 2020)

Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) adalah salah satu jenis tanaman yang dapat menurunkan tingkat kekeruhan air mulai dari 52,11% sampai 78,02%. Tetapi selain dapat menurunkan tingkat kekeruhan air tanaman kangkung air ini juga memerlukan pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya. Perubahan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada media tanamnya sangat berhubungan erat dengan penyerapan nutrisi bagi proses pertumbuhan tanaman. Dengan kadar *potential of Hydrogen (pH)* yang sesuai dengan pertumbuhan kangkung air berkisar 5,0 – 6,5. Apabila kadar *potential of Hydrogen (pH)* mengalami penurunan terlalu rendah yaitu kurang dari 4, dan naik terlalu tinggi hingga mencapai lebih dari 7,0 hal ini dapat menghambat atau menghentikan pertumbuhan tanaman. (Lestari, 2013)

### 2.2.2 *K-Nearest Neighbor (KNN)*

*K-Nearest Neighbor (KNN)* merupakan salah satu metode yang memiliki teknik klasifikasi data. Algoritma yang diperkenalkan oleh Fix dan Hodges ini juga dikenal dengan algoritma yang sederhana. Selain memiliki prinsip yang sederhana, metode ini juga dapat menjalankan perintah dengan menggunakan jarak terpendek dari sampel uji menuju sampel latih dan tidak memperhitungkan kemungkinan distribusi dari masing-masing kelas. Algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* merupakan suatu metode yang dimanfaatkan untuk mengklasifikasi data dengan memakai algoritma *supervised*. Hasil query instance yang telah diklasifikasi dengan jarak terdekat dari kategori yang ada dalam algoritma ini merupakan *supervised learning*. Selain *supervised learning* ada juga *unsupervised learning*, dimana tujuan antara keduanya berbeda. Apabila mendapatkan pola baru pada sebuah data lalu menghubungkan data yang sudah ada dengan data yang baru merupakan *supervised learning*. Sedangkan *unsupervised learning* yaitu menemukan pola pada sebuah data. Tujuan dari *K-Nearest Neighbor (KNN)* sendiri yaitu untuk mengklasifikasi objek baru berdasarkan atribut dan data *training samples*. Setelah adanya hasil dari data uji yang baru akan diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Saat melakukan klasifikasi dari algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* tidak memerlukan proses pencocokan melainkan hanya berdasarkan pada memori. Klasifikasi yang digunakan pada algoritma ini yaitu klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari sampel uji yang baru. Jarak yang digunakan yaitu jarak *Euclidean Distance*.

*Euclidean* yaitu jarak yang paling umum digunakan pada data numerik. *Euclidean distance* didefinisikan sebagai berikut. (Krisandi *et. al*, 2013)

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2}$$

Keterangan :

$d(x_i, x_j)$  : Jarak *Euclidean* (*Euclidean Distance*)

$(x_i)$  : *record* ke-  $i$

$(x_j)$  : *record* ke-  $j$

$(a_r)$  : data ke- $r$

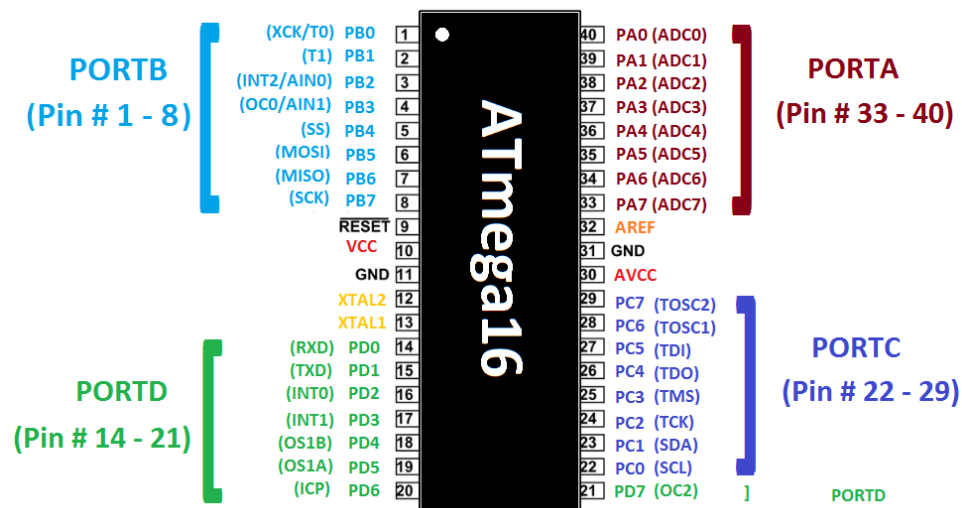
$i, j$  : 1, 2, 3, ... $n$

### 2.2.3 Mikrokontroler Arduino ATmega 16

Arduino merupakan sebuah board mikrokontroler yang dilengkapi kabel USB sehingga dapat dikoneksikan dengan komputer. Selain bersifat open source arduino juga memiliki kelebihan lain yaitu mempunyai bahasa pemrograman sendiri yang berupa bahasa C. Arduino memiliki *loader* yang berupa USB sehingga dalam melakukan pemrograman mikrokontroler yang ada di dalamnya lebih mudah. Mikrokontroler memiliki beberapa komponen di dalamnya yaitu CPU (*Central Prosessing Unit*), memori penyimpanan data, dan system I/O



(*input/output*) yang digunakan untuk penghubung ke perangkat luar. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali atau pengatur semua proses data. Salah satu jenis mikokontroler yaitu ATmega 16. ATmega 16 merupakan mikrokontroler CMOS 8-bit yang dibuat oleh Atmel keluarga AVR. Selain ATmega 16 terdapat beberapa jenis seri AVR yaitu ATmega 8, ATmega 8535, dan lain-lain. Untuk mengetahui spesifikasi fitur dari mikrokontroler arduino ATmega 16 telah ditunjukkan oleh tabel 2.1. (Purnama & Rezasatria, 2019)



Gambar 2. 1 Pin ATmega 16

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino ATmega 16

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroller	ATmega 16
Arsitektur RISC	Arsitektur RISC dengan <i>throughput</i> mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 Mhz.

Memori	16 Kbyte EEPROM 512 Byte SRAM 1 Kbyte
Saluran <i>Port</i> I/O	32 buah <i>Port A, Port B, Port C, Port D</i>
CPU	32 buah <i>register</i>
User Interupsi	<i>Internal</i> dan <i>Eksternal</i>
Daya Masukan	DC 5V
Tegangan Operasi	4,5 - 5,5 V
Kecepatan	0 - 16 MHz

#### 2.2.4 Sensor Module potential of Hydrogen (pH) Meter

Sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter merupakan sebuah sensor yang digunakan sebagai pengukuran derajat tingkat kadar keasaman atau kadar kebasaan dari suatu larutan. Sensor *potential of Hydrogen (pH)* meter tersusun dari sebuah elektroda (*probe* pengukuran) yang dihubungkan dengan alat untuk mengukur dan memperlihatkan nilai *potential of Hydrogen (pH)* atau yang sering disebut alat elektronik. Sensor ini sangat bermanfaat di beberapa tempat yang berhubungan dengan air yang memerlukan kadar *potential of Hydrogen (pH)* sesuai dengan kebutuhan. Sensor module *potential of Hydrogen (pH)* telah dirancang khusus agar mudah digunakan di Arduino. Sensor ini juga menggunakan elektroda industry dan memiliki koneksi yang cukup praktis, mudah digunakan, dan memiliki ketahanan yang cukup lama sehingga sensor ini

sangat cocok untuk pemantauan online. Sensor *potential of Hydrogen (pH)* meter ini memiliki LED yang digunakan sebagai power indikator, konektor, dan BNC serta antarmuka sensor *potential of Hydrogen (pH)*. Untuk mengetahui spesifikasi sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter telah ditunjukkan pada tabel 2.2. (Dinambar *et. al*, 2017)



Gambar 2. 2 Sensor Module *potential of Hydrogen (pH)* Meter

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor Module *potential of Hydrogen (pH)* Meter

Spesifikasi	Keterangan
Model	E – 201
Rentang	0 – 14 Ph
Suhu	0 – 80 °C
Titik Nol	$7 \pm 0,5$ Ph
Kesalahan	< 15 Mv
PTS	> 98
Waktu Respon	< 2 meter

Resistance	$< 250 \text{ m}\Omega$
Repeatability	$< 0.017$
Kebisingan	$< 0,5 \text{ mV}$

### 2.2.5 Sensor Suhu DS18B20

Dallas Semikonduktor adalah perusahaan yang telah mengeluarkan sensor DS18B20, dimana sensor ini adalah komponen elektronika yang dimanfaatkan untuk menangkap perubahan temperature suhu dan merubah menjadi besaran listrik. Sensor suhu DS18B20 adalah sensor dengan satu wire yang dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Sensor ini dapat memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi lebih dari satu wire karena sensor ini dilengkapi dengan kode serial. Sensor suhu ini dinilai memiliki tingkat ketelitian atau tingkat akurasi yang cukup tinggi apabila dibandingkan dengan beberapa sensor suhu yang ada seperti sensor LM35, DHT11, DHT22. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil error pengukuran sebesar 1,6%. (Utama, 2016)

Cara kerja dari sensor DS18B20 yaitu besaran suhu yang diubah menjadi suatu besaran tegangan. Sensor suhu DS18B20 memiliki perbandingan  $0.1^{\circ}\text{C}$ , dimana perbandingan tersebut merupakan tegangan ideal yang dikeluarkan oleh sensor tersebut. Sensor suhu DS18B20 ini juga memiliki kelebihan yaitu dapat dipergunakan di air. Untuk mengetahui spesifikasi sensor suhu DS18B20 telah ditunjukkan pada tabel 2.3.



Gambar 2. 3 Sensor Suhu DS18B20

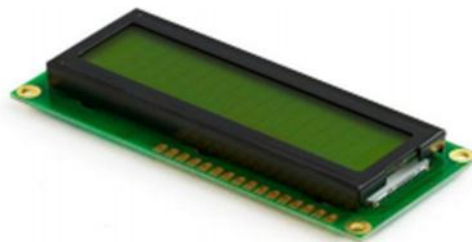
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20

Spesifikasi	Keterangan
Tingkat Akurasi	0,5 °C dari suhu -10 sampai 85°C
Tegangan	3 V – 5,5 V
Tegangan Arus	< 60µA
Jangkauan Suhu	-55 °C – 150 °C
Resolusi Sensor	9 – 12 bit
Kecepatan Mengkonveksi Suhu	750 m/s

### 2.2.6 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan alat yang digunakan sebagai penampil tulisan baik berupa angka maupun huruf. Tulisan yang ditampilkan di kristal cair

sebagai media penampil merupakan hasil yang telah diproses dengan program dan telah dikontrol sebelumnya. Lapisan LCD merupakan hasil lapisan yang terbuat dari campuran organik. Campuran organik yang digunakan merupakan lapisan kaca yang bening dengan elektroda transparan *idium oksida* kemudian bentuk tampilan yaitu *seven segment* atau perangkat layar yang digunakan untuk menampilkan sistem angka atau huruf, selain itu kaca belakang pada LCD menggunakan lapisan elektroda. LCD sering digunakan di beberapa perangkat seperti kalkulator, televisi, dan alat-alat elektronik lainnya. Display LCD yang berukuran dengan panjang 16 kolom dan lebar 2 baris merupakan penampil karakter yang telah diinput melalui keypad. LCD dengan ukuran  $16 \times 2$  dapat dijalankan pada power supply +5 V, selain itu juga dapat dijalankan pada power supply +3 V. (Budiyanto, 2012)



Gambar 2. 4LCD (*Liquid Crystal Display*)

### 2.2.7 Solenoid Valve

Solenoid Valve adalah sebuah katup yang terdapat kumparan yang berfungsi sebagai penggerak piston. Pergerakan piston digerakkan dengan arus

AC maupun arus DC. Dalam Selenoid Valve terdapat tiga lubang yaitu lubang masukan (*input*), lubang keluaran (*output*), dan *exhaust*. Pada lubang masukan (*input*) berfungsi sebagai jalan masuk fluida atau supply. Lubang keluaran (*output*) digunakan sebagai tempat keluarnya fluida, sedangkan *exhaust* digunakan sebagai tempat keluarnya cairan yang terjebak saat piston berpindah posisi atau bergerak ketika solenoid sedang bekerja. Solenoid valve akan bekerja pada saat katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak. Saat koil mendapat supply tegangan listrik maka koil akan berubah menjadi medan magnet sehingga piston bagian dalam akan berkerak. Saat piston bergerak dan berpindah posisi, lubang keluaran (*output*) akan mengeluarkan fluida sesuai dengan permintaan supply tegangan yang diterima. (Alfithoni, 2015)



Gambar 2. 5Selenoid Valve

### 2.2.8 Relay

Relay merupakan sebuah saklar atau switch yang dapat dikendalikan dengan menggunakan arus. Relay terdiri dari sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan dalam inti. Apabila arus mengalir dan melewati kumparan maka sebuah armature besi akan tertarik. Armatur inilah yang terpasang dalam sebuah tuas berpegas. Apabila armature tertarik menuju ini, maka kotak jalur akan secara bersamaan merubah posisinya yaitu dari kontak normal tertutup ke kontak normal terbuka. (Turang 2015)

Dalam sebuah rangkaian elektronika relay dibutuhkan yaitu untuk mengontrol atau mengendalikan elektronik yang berbeda power supplynya, dengan mengontrol komponen AC dengan rangkaian komponen DC. Penggunaan relay biasanya digunakan sebagai pengontrol ON/OFF beban dengan tegang berbeda. Relay dapat digunakan sebagai pemilih hubungan atau selektor, eksekutor rangkaian tunda (*delay*), dan sebagai pemutus arus pada saat-saat tertentu. (Turang, 2015)



Gambar 2. 6Relay



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti merupakan kebutuhan dari sistem aquaponik. Terdapat dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil oleh peneliti. Data sekunder merupakan data yang diambil oleh orang lain.

##### **3.1.1 Data Primer**

Data yang digunakan oleh peneliti merupakan data yang diperoleh dari hasil melihat dan mengamati situasi yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Variabel yang diamati meliputi variabel pengamatan suhu air pada tanaman, dan variabel penyeimbangan kadar *potential of Hydrogen (pH)* agar sesuai dengan kebutuhan air yang akan digunakan oleh tanaman aquaponik. Sehingga peneliti mengambil beberapa data yang digunakan dalam penelitiannya yaitu berupa data suhu dan data *potential of Hydrogen (pH)*.

Data suhu pada air merupakan salah satu variabel yang digunakan oleh peneliti sebagai input. Untuk mengetahui suhu peneliti menggunakan sensor DS18B20 karena sensor tersebut dinilai memiliki akurasi pengukuran yang tinggi, selain itu sensor DS18B20 merupakan sensor yang dapat mengukur suhu pada air.

Data *potential of Hydrogen (pH)* juga merupakan data yang digunakan peneliti sebagai data input. Untuk melakukan pengontrolan *potential of Hydrogen (pH)* peneliti menggunakan sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter.

### **3.1.2 Data Sekunder**

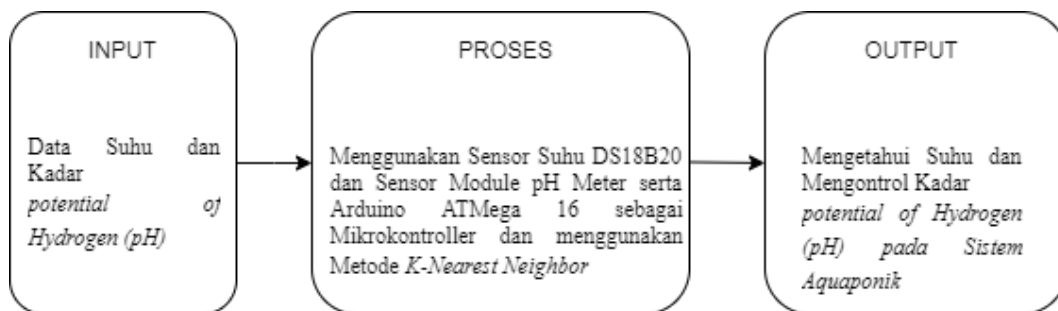
Data yang digunakan adalah bahan yang diperoleh dari berbagai sumber yang digunakan oleh peneliti. Meliputi bahan literatur dari jurnal, serta laporan yang telah tersusun (data dokumenter) yang menunjang penelitian ini. Data sekunder yang digunakan oleh peneliti merupakan jenis tanaman yang digunakan oleh peneliti sebelumnya Rahmadhani *et. al* (2020) yaitu berupa tanaman kangkung. Alasan peneliti menggunakan tanaman kangkung karena selain kangkung sering digunakan sebagai bahan makanan, kangkung juga merupakan tanaman yang lebih cepat tumbuh yaitu sekitar 4-6 minggu.

## **3.2 Desain Sistem**

### **3.2.1 Sistem**

Dengan adanya perancangan sistem ini diharapkan dapat melengkapi sistem aquaponik yang masih bersifat manual dalam mengetahui nilai suhu serta pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air. Gambaran alur sistem yang akan dibuat ini bertujuan untuk mempermudah mengetahui proses klasifikasi berdasarkan input dari data sensor. Sistem ini akan menghasilkan output berupa pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air yang akan digunakan

oleh tanaman aquaponik. Gambaran alur sistem yang akan dibuat pada gambar 3.1.

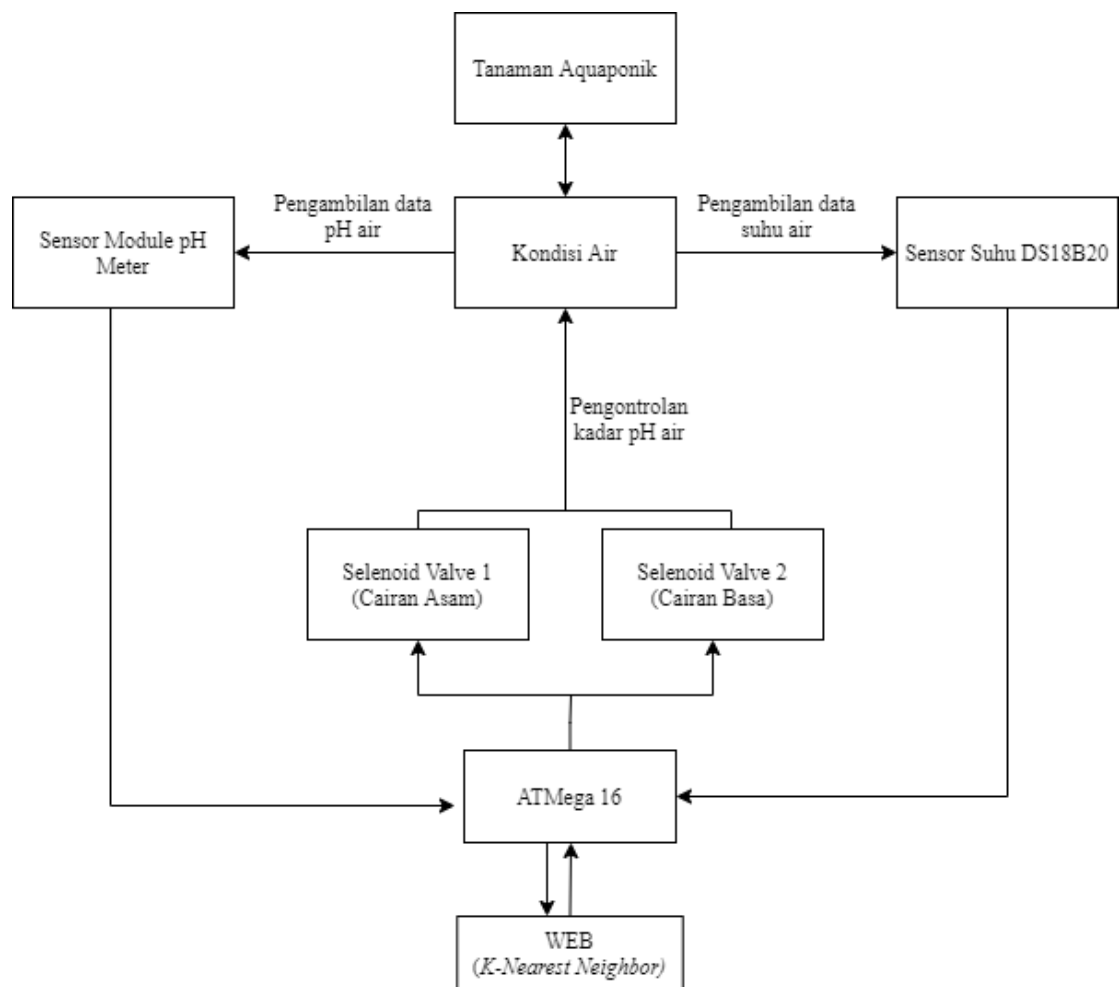


Gambar 3. 1 Alur Sistem

Pada gambaran alur sistem diatas telah dituliskan data yang digunakan sebagai inputan yang nantinya akan diproses sehingga menghasilkan output sesuai dengan yang diharapkan. Pada proses input terdapat dua variabel sebagai data inputan yaitu berupa data suhu dan data kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air. Dengan menggunakan data suhu pada air dan data kebutuhan kadar *potential of Hydrogen (pH)* yang sesuai dengan kebutuhan kualitas air tanaman kangkung maka tumbuhan dapat tumbuh dengan subur.

Untuk menghasilkan *output* yang sesuai, maka perlu adanya sebuah proses. Dengan menggunakan arduino ATmega 16 sebagai mikrokontroler terhadap sensor suhu DS18B20 dan module pH meter sensor sebagai sensor *potential of Hydrogen (pH)* air, sehingga sistem dapat mengetahui suhu dan mengontrol kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air agar menghasilkan kualitas air yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan menerapkan metode *K-Nearest*

*Neighbor* diharapkan sistem akan lebih akurat. *Output* yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu dengan menghasilkan sistem pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air secara otomatis pada sistem aquaponik dan mengetahui suhu air. Untuk mengetahui secara lebih detail mengenai desain sistem yang akan dibangun pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.2.



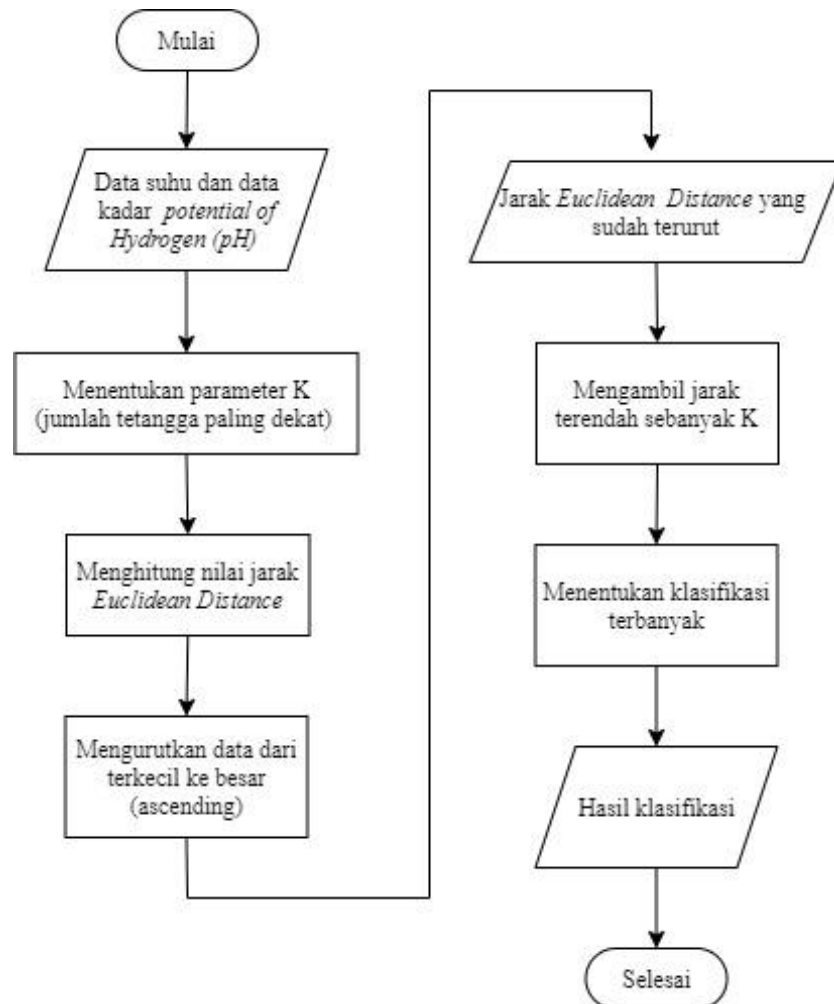
Gambar 3. 2Desain Sistem

Pada desain sistem 3.2 diatas terdapat alur berjalannya sistem. Terdapat dua sensor yaitu sensor suhu DS18B20 dan sensor module pH meter yang digunakan untuk membaca suhu dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air. Setelah itu data yang diperoleh akan dikirim ke mikrokontroler ATmega 16 sebagai pengolahan data. Data input yang berupa data suhu dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air tersebut tersebut akan dijadikan parameter untuk melakukan proses klasifikasi dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*. Setelah mendapatkan hasil klasifikasi tersebut mikrokontroler ATmega 16 akan mengirimkan data yang sesuai dengan kebutuhan penyesuaian suhu dan *potential of Hydrogen (pH)* pada air.

Untuk mengetahui suhu menggunakan sensor suhu DS18B20. Sedangkan untuk menyesuaikan kadar *potential of Hydrogen (pH)* maka mikrokontroler ATmega 16 akan meminta salah satu *solenoid valve* untuk memberikan cairannya. *Solenoid valve 1* (cairan *asam fosfat*) digunakan apabila kadar *potential of Hydrogen (pH)* air terlalu tinggi. *Solenoid valve 2* (cairan *kalium hidroksida*) digunakan apabila kadar *potential of Hydrogen (pH)* air terlalu rendah.

### 3.2.2 Metode KNN

Pada proses klasifikasi dapat dilihat pada *flowchart* gambar 3.3.



Gambar 3. 3Flowchart Klasifikasi Metode KNN

Pada gambar 3.3 *flowchart* klasifikasi metode *K-Nearest Neighbor*, terdapat beberapa tahap sebelum mendapatkan hasil klasifikasi. Tahap awal yaitu dengan input data suhu dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada air yang diambil oleh sensor suhu dan sensor module pH meter. Setelah itu data akan dikirim menuju mikrokontroler ATmega 16 yang digunakan sebagai server.

Setelah berhasil data akan digunakan sebagai dataset yang berupa data suhu, data *potential of Hydrogen (pH)*, dan kategori yang sudah ditentukan sebelumnya. Sebelum melakukan tahap penghitungan nilai jarak langkah selanjutnya menentukan parameter  $k$  (jumlah tetangga paling dekat) yang akan digunakan. Tahap selanjutnya yaitu dengan menghitung nilai jarak *Euclidean Distance*. Setelah selesai melakukan perhitungan jarak, tahap selanjutnya yaitu dengan mengurutkan hasil perhitungan tersebut dari terkecil ke besar (*ascending*). Setelah data sudah selesai diurutkan secara *ascending* tahap selanjutnya yaitu dengan mengambil data terkecil sebanyak  $k$  (tetangga terdekat) yang sudah ditentukan sebelumnya. Tahap terakhir yaitu dengan menentukan klasifikasi terbanyak, dimana hasil klasifikasi tersebut kemudian akan dijadikan nilai prediksi data yang baru. Data tersebut akan disimpan dalam *database* mikrokontroler ATmega 16 yang berupa data baru yaitu data suhu, kadar *potential of Hydrogen (pH)*, dan kategori.

Penghitungan secara manual akan dituliskan pada tabel 3.1. Dimana pada tabel tersebut merupakan contoh perhitungan dengan menampilkan dataset sebanyak 15 baris. Pada dataset tersebut telah ditentukan nilai suhu, nilai kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan kategori kualitas air. Kemudian dengan nilai suhu  $26^{\circ}\text{C}$  dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* 6. Sebagai contoh perhitungan digunakan nilai  $k$  (jumlah tetangga paling dekat) = 5.

Tabel 3. 1 Contoh *Dataset*

No	Suhu (C)	pH	Kualitas Air
1.	35	7	Sedikit Basa
2.	34	4	Terlalu Asam
3.	16	5,1	Sedikit Asam
4.	25	5,5	Normal
5.	25	4	Terlalu Asam
6.	26	8	Terlalu Basa
7.	36	6	Normal
8.	27	6	Normal
9.	17	7	Sedikit Basa
10.	31	4	Terlalu Asam
11.	28	5	Normal
12.	33	4	Terlalu Asam
13.	24	6,5	Normal
14.	30	5,5	Normal
15.	16	8	Terlalu Basa

Dengan adanya data baru yang telah didapat tersebut kemudian untuk melakukan perhitungan jarak dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *Eucliden Distance*. Dimana dapat dilihat rumus perhitungan jarak suhu dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* dengan menggunakan *Eucliden Distance* berikut:



$$d_n = \sqrt{(q_{xn} - q_y)^2 + (p_{xn} - p_y)^2}$$

Keterangan:

$d_1$  : jarak ke-n

$q_{xn}$  : nilai suhu pada *dataset* ke-n

$q_y$  : nilai suhu baru

$p_{xn}$  : nilai pH pada *dataset* ke-n

$p_y$  : nilai pH baru

sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned} d_1 &= \sqrt{(35 - 26)^2 + (7 - 6)^2} \\ &= \sqrt{9^2 + 1^2} \\ &= \sqrt{81 + 1} \\ &= 9,0553851381 \end{aligned}$$

Dari perhitungan jarak pada *dataset* 1 diatas, maka diperoleh hasil 9,0553851381. Kemudian untuk mengetahui seluruh jarak pada *dataset* maka perhitungan dilakukan sama dengan langkah-langkah perhitungan pada *dataset* 1. Sehingga diperoleh hasil perhitungan seluruh jarak pada *dataset* yang telah dituliskan pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Hasil Perhitungan Jarak

No	Suhu (C)	Ph	Jarak	Kualitas Air
1.	35	7	9,0553851381	Sedikit Basa
2.	34	4	8,2462112512	Terlalu Asam
3.	16	5,1	10,040418318	Sedikit Asam
4.	25	5,5	1,1180339887	Normal
5.	25	4	2,2360679775	Terlalu Asam
6.	26	8	2	Terlalu Basa
7.	36	6	10	Normal
8.	27	6	1	Normal
9.	17	7	9,0553851381	Sedikit Basa
10.	31	4	5,3851648071	Terlalu Asam
11.	28	5	2,2360679775	Normal
12.	33	4	7,2801098893	Terlalu Asam
13.	24	6,5	2,0615528128	Normal
14.	30	5,5	4,0311288741	Normal
15.	16	8	10,1980390272	Terlalu Basa

Dengan adanya nilai jarak yang telah diketahui pada tabel 3.2 diatas maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengurutan data atau *sorting*. Mengurutkan data secara *ascending* dari jarak yang terkecil ke jarak terbesar atau jarak terjauh. Hasil *sorting* ditampilkan pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Hasil Pengurutan Data

No	Suhu (C)	pH	Jarak	Kualitas Air	Urutan Jarak
8.	27	6	1	Normal	1
4.	25	5,5	1,1180339887	Normal	2
6.	26	8	2	Terlalu Basa	3
13.	24	6,5	2,0615528128	Normal	4
5.	25	4	2,2360679775	Terlalu Asam	5
11.	28	5	2,2360679775	Sedikit Asam	6
14.	30	5,5	4,0311288741	Normal	7
10.	31	4	5,3851648071	Terlalu Asam	8
12.	33	4	7,2801098893	Terlalu Asam	9
2.	34	4	8,2462112512	Terlalu Asam	10
1.	35	7	9,0553851381	Sedikit Basa	11
9.	17	7	9,0553851381	Sedikit Basa	12
7.	36	6	10	Normal	13
3.	16	5,1	10,040418318	Sedikit Asam	14
15.	16	8	10,1980390272	Terlalu Basa	15

Setelah selesai melakukan pengurutan data secara *ascending* langkah selanjutnya yaitu dengan mengambil jarak terendah atau jarak terdekat sebanyak  $k=5$ . Pada tabel 3.4 dituliskan hasil dari pengambilan jarak terendah.

Tabel 3. 4 Hasil Jarak Terendah

No	Suhu (C)	Ph	Jarak	Kualitas Air	Urutan Jarak
8.	27	6	1	Normal	1
4.	25	5,5	1,1180339887	Normal	2
6.	26	8	2	Terlalu Basa	3
13.	24	6,5	2,0615528128	Normal	4
5.	25	4	2,2360679775	Terlalu Asam	5

Langkah selanjutnya yaitu menentukan klasifikasi kualitas air terbanyak berdasarkan data diatas. Berdasarkan tabel 3.4 diatas diketahui bahwa klasifikasi kualitas air terbanyak merupakan “Normal”. Sehingga dapat diketahui bahwa adanya data baru dengan suhu 26°C dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* 6 termasuk ke dalam kualitas air normal.

### 3.3 Rencana Uji Coba

Pengujian sistem akan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat dikatakan akurat. Untuk mengetahui keakuratan pada sensor maka pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai dari sensor baik sensor suhu DS18B20 maupun sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter dengan termometer dan pH meter digital. Dari hasil perbandingan yang telah dilakukan maka dapat diketahui nilai dari selisih antara perhitungan menggunakan sensor dan menggunakan alat ukur. Setelah itu dilakukan perhitungan sehingga akan muncul persentase *error*. Dapat dilihat pada Tabel 3.5 untuk mengetahui perbandingan keakuratan sensor suhu DS18B20 dengan alat ukur termometer. Sedangkan untuk mengetahui perbandingan keakuratan sensor sensor module

*potential of Hydrogen (pH)* meter dengan alat ukur pH meter dapat dilihat pada Tabel 3.6. Untuk melakukan perhitungan dan mengetahui persentase *error* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini

$$\%error = \frac{|X - Y|}{Y} \times 100$$

Keterangan :

% *error* : Presentase *error*

X : Nilai dari sensor

Y : Nilai dari alat ukur termometer dan pH meter digital

Tabel 3. 5 Perbandingan Pengukuran Suhu  
pada Sensor DS18B20 dan Termometer

No	Waktu	Sensor	Termometer	<i>Error</i>
1.				
2.				

Tabel 3. 6Perbandingan Pengukuran pH  
pada Module pH Meter dan pH meter digital

No	Waktu	Sensor	pH meter digital	<i>Error</i>
1.				
2.				

Data yang digunakan peneliti berupa data suhu dan data kadar *potential of Hydrogen (pH)* sesuai dengan kebutuhan kualitas air yang nantinya akan

digunakan tanaman, dimana data tersebut merupakan variabel independent yang digunakan sebagai input. Untuk memprediksi data suhu dan data kadar *potential of Hydrogen (pH)* agar sesuai dengan kebutuhan kualitas air tanaman aquaponik maka memerlukan keakuratan, presisi, dan *recall*. Dalam hal ini maka *confussion matrix* akan dimanfaatkan untuk proses evaluasi algoritma, sehingga dapat diketahui kategori kwaitas air yang sebenarnya. Karena dengan adanya *confussion matrix* maka akurasi, presisi, dan *recall* dapat ditentukan. Tabel *confussion matrix* yang digunakan ditunjukkan pada tabel 3.7.

Tabel 3. 7 *Confussion Matrix*

		TRUE	FALSE
Nilai Prediksi	TRUE	(TP)	(FP)
	FALSE	(FN)	(TN)

Pada tabel *confussion matrix* terdapat *True Positive (TP)*, *False Negatif (FN)*, *False Positive (FP)*, dan *True Negatif (TN)*. Dari keempat prediksi tersebut memiliki pengertian yang berbeda, dimana *True Positive (TP)* merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya positif dan diprediksi benar oleh algoritma. *False Negatif (FN)* merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya positif dan diprediksi salah oleh algoritma. *False Positive (FP)* merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya negatif dan diprediksi benar oleh algoritma. Sedangkan *True Negatif (TN)* merupakan jumlah data dengan nilai sebenarnya negatif dan dinilai salah oleh algoritma. (Febrianda dan Bhawiyuga, 2018)

Dalam *confussion matrix* akurasi (*accuracy*) adalah perhitungan untuk melakukan evaluasi kinerja algoritma. Akurasi ini diukur berdasarkan rasio jumlah data yang diprediksi benar oleh algoritma dengan jumlah data yang ada pada *dataset*. (Prakasa dan Lhaksana, 2018)

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Presisi (*precision*) adalah parameter untuk melakukan perhitungan ketetapan dari algoritma. Presisi ini diukur berdasarkan rasio jumlah data bernilai positif yang diprediksi secara benar oleh algoritma dengan jumlah data yang diprediksi memiliki nilai positif oleh algoritma. (Prakasa dan Lhaksana, 2018)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

*Recall* adalah parameter untuk melakukan perhitungan kelengkapan sebuah algoritma. *Recall* ini diukur berdasarkan rasio jumlah data berlabel positif yang diprediksi benar oleh algoritma dengan jumlah semua data yang berlabel positif pada *dataset*. (Prakasa dan Lhaksana, 2018)

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil uji coba sistem perangkat keras maupun perangkat lunak akan dibahas pada bab ini. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan sistem yang telah dibangun, sehingga dapat diketahui apakah sistem tersebut dapat digunakan dengan baik atau sebaliknya. Selain dilakukan pengujian sistem, pengujian metode *K-Nearest Neighbor* yang telah diimplementasikan pada sistem aquaponik juga akan diuji dengan menggunakan *confussion matrix*, hal ini dapat digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi (*accuracy*) kinerja algoritma.

#### **4.1 Hasil dan Uji Coba**

##### **4.1.1 Uji Coba Sensor**

Dalam melakukan pengujian sensor ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi *error* yang mungkin terjadi. Dalam penelitian ini terdapat 2 jenis sensor yang akan diuji yaitu sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter dan sensor suhu DS18B20.

Sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter merupakan sensor yang digunakan untuk melakukan pengukuran derajat tingkat kadar keasaman atau kadar kebasaan dari suatu larutan. Dalam penelitian ini, sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter digunakan untuk mengukur kadar *potential of Hydrogen (pH)* pada tandon air dari kolam ikan yang akan dialirkan menuju tanaman kangkung pada aquaponik. Sehingga dapat lebih mudah untuk mengetahui tingkat



keasaman dan tingkat kebasaan yang mungkin terjadi. Dalam melakukan pengujian sensor peneliti menggunakan alat ukur pH meter digital yang digunakan sebagai pembandingan hasil dari sensor tersebut. Hasil dari uji coba sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter dituliskan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Tabel Uji Sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter

Uji Ke-	Sensor	pH Meter Digital	Selisih	Error (%)
1.	7,38	7,2	0,18	2,5
2.	6,76	6,6	0,16	2,42
3.	5,45	5,4	0,05	0,92
4.	6,14	6,2	0,06	0,96
5.	6,9	6,7	0,2	2,98
6.	7,02	6,9	0,12	1,73
7.	6,2	6,4	0,2	3,12
8.	7,11	7	0,11	1,57
9.	5,65	5,9	0,25	4,23
10.	5,24	5,3	0,06	1,13
<b>Rata-Rata Error (%)</b>				<b>2,15</b>

Dari data yang telah dituliskan di tabel, dapat diketahui bahwa sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter memiliki rata-rata *error* 2,15%. Selain rata-rata *error* yang dapat diketahui, hasil pengujian dengan menggunakan sensor dan pH meter digital memiliki selisih yang dinilai cukup sedikit.

Kemudian sensor berikutnya yaitu sensor suhu DS18B20. Sensor ini digunakan untuk membaca nilai suhu pada air, sehingga dapat diketahui nilai suhu pada air yang akan menuju ke tanaman. Dalam melakukan pengujian ini, peneliti menggunakan alat ukur thermometer digital sebagai pembanding hasil pada sensor tersebut. Hasil dari uji coba sensor suhu DS18B20 dituliskan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Tabel Uji Sensor Suhu DS18B20

<b>Uji Ke-</b>	<b>Sensor (°C)</b>	<b>Thermometer Digital (°C)</b>	<b>Selisih</b>	<b>Error (%)</b>
1.	31,44	31,4	0,04	0,12
2.	26,32	26,2	0,12	0,45
3.	29,8	29,6	0,2	0,67
4.	30,4	30,2	0,2	0,66
5.	25,51	25,4	0,11	0,43
6.	26,31	26,2	0,11	0,41
7.	25,56	25,6	0,04	0,15

8.	30,11	30,2	0,09	0,29
9.	32,66	32,5	0,16	0,49
10.	31,7	31,6	0,1	0,31
<b>Rata-Rata Error (%)</b>				<b>0,39</b>

Dari data yang telah dituliskan di tabel, dapat diketahui bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki rata-rata *error* 0,39%. Selain rata-rata *error* yang dapat diketahui, hasil pengujian dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan thermometer digital dinilai memiliki selisih yang cukup sedikit sehingga sensor suhu DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

#### 4.1.2 Metode K-Nearest Neighbor

Dalam penelitian yang dilakukan oleh peneliti, metode *K-Nearest Neighbor* berfungsi untuk melakukan klasifikasi pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan mengetahui suhu pada air dengan media aquaponik. Dengan mengambil data kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan suhu pada air dengan menggunakan sensor yang ada yaitu sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter dan sensor suhu DS18B20. Pada hari minggu tanggal 11 april 2021 peneliti memulai untuk melakukan pengambilan data dari sensor setiap 2 jam sekali. Pengambilan data dilakukan mulai pukul 06.00, 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, 16.00, 18.00, 20.00, dan terakhir pukul 22.00 malam, sehingga dalam satu hari peneliti mendapatkan 9 data sensor. Pengambilan data ini berakhir pada hari minggu

tanggal 25 april 2021, sehingga total data yang terkumpul dalam waktu 15 hari sebanyak 135 data sensor yang akan diklasifikasi.

Langkah pertama yang akan dilakukan yaitu dengan mengklasifikasi dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* dan menentukan label kelas klasifikasi terlebih dahulu. Kelas klasifikasi yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu berjumlah 5 kelas yang dituliskan dalam sebuah label dalam tabel berikut.

Tabel 4. 3 Label Kelas Klasifikasi

<b>Id</b>	<b>Label</b>	<b>Klasifikasi</b>
1	Terlalu Asam	TA
2	Terlalu Basa	TB
3	Normal	N
4	Sedikit Asam	SA
5	Sedikit Basa	SB

Pada tabel di atas dituliskan kemungkinan yang akan terjadi saat kondisi air yang ada di tandon pada media aquaponik berubah, baik kondisi pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan suhu. Label TA atau Terlalu Asam menjelaskan saat kondisi kadar *potential of Hydrogen (pH)* <5. Label TB atau Terlalu Basa menjelaskan saat kondisi kadar *potential of Hydrogen (pH)* >7. Label N atau Normal menjelaskan saat kondisi kadar *potential of Hydrogen (pH)*

5,5 – 6,5. Label SA atau Sedikit Asam menjelaskan saat kondisi kadar *potential of Hydrogen (pH)* 5-5,4. Label SB atau Sedikit Basa menjelaskan saat kondisi kadar *potential of Hydrogen (pH)* 6,6-7.

Langkah berikutnya yaitu dengan menentukan *dataset*. *Dataset* diperoleh dari data kondisi air sebenarnya baik berupa data kadar *potential of Hydrogen (pH)* maupun data suhu air. Dengan adanya *dataset* tersebut dapat digunakan sebagai data model untuk klasifikasi data-data yang baru. Peneliti menggunakan *dataset* sebanyak 45 *dataset* awal. Pada tabel 4.4 di bawah merupakan *dataset* dari kondisi data kadar *potential of Hydrogen (pH)* maupun data suhu pada air yang akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan klasifikasi data baru.

Tabel 4. 4 Tabel *Dataset*

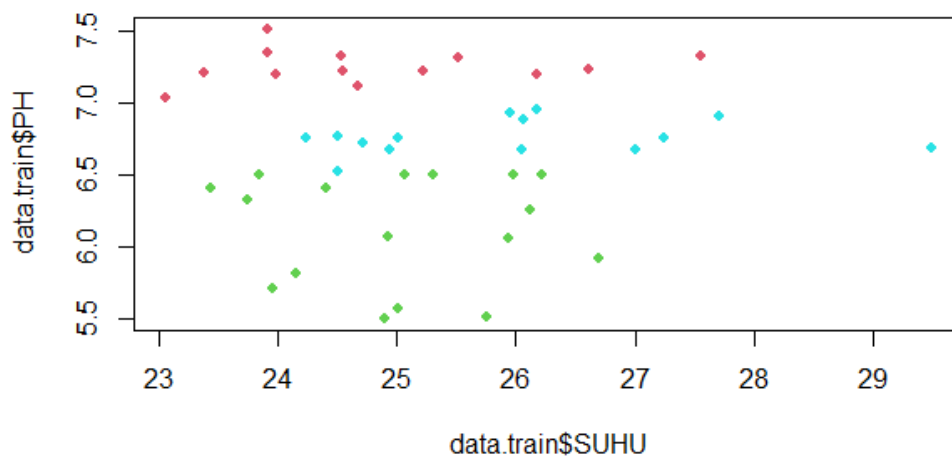
No.	Suhu (°C)	Ph	Klasifikasi Kualitas Air
1.	25.01	5.57	N
2.	24.92	6.07	N
3.	24.15	5.81	N
4.	25.76	5.51	N
5.	23.95	5.71	N
6.	25.07	6.5	N
7.	24.4	6.41	N

8.	25.3	6.5	N
9.	24.51	6.52	SB
10.	25.93	6.05	N
11.	24.94	6.67	SB
12.	24.72	6.72	SB
13.	25.01	6.75	SB
14.	24.5	6.77	SB
15.	24.5	6.77	SB
16.	23.75	6.32	N
17.	24.23	6.75	SB
18.	26.12	6.25	N
19.	23.85	6.5	N
20.	25.98	6.5	N
21.	24.01	6.7	SB
22.	24.67	7.12	TB
23.	26.05	6.67	SB
24.	26.22	6.5	N

25.	23.43	6.41	N
26.	25.22	7.22	TB
27.	24.55	7.22	TB
28.	25.95	6.93	SB
29.	24.9	5.5	N
30.	26.07	6.88	SB
31.	26.7	5.91	N
32.	24.53	7.32	TB
33.	25.52	7.31	TB
34.	26.17	6.95	SB
35.	23.99	7.2	TB
36.	23.91	7.35	TB
37.	26.17	7.2	TB
38.	23.91	7.51	TB
39.	23.38	7.21	TB
40.	23.05	7.03	TB
41.	27.01	6.67	SB

42.	26.61	7.23	TB
43.	27.25	6.75	SB
44.	27.71	6.91	SB
45.	27.55	7.33	TB

Pada gambar 4.1 di bawah merupakan plot persebaran dataset dengan menggunakan bantuan *software* RStudio. Data pada tabel 4.4 tersebut di *import* dengan mengubah ke format *.csv* kemudian data diolah sehingga menghasilkan plot persebaran *dataset* tersebut. Pada plot persebaran *dataset* warna merah menunjukkan data TB (Terlalu Basa), warna Biru menunjukkan data SB (Sedikit Basa), warna Hijau menunjukkan data N (Normal).



Gambar 4. 1 Plot Persebaran *Dataset*

Langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan perhitungan metode *K-Nearest Neighbor*. Contoh dari pengujian ini yaitu dengan mengambil data dari sensor suhu DS18B20 dan sensor module *potential of Hydrogen (pH)* meter yaitu



data suhu 25,93 dan data *potential of Hydrogen (pH)* 6,95. Tujuan adanya perhitungan ini yaitu untuk mengetahui perhitungan jarak terdekat antara data suhu dan data kadar *potential of Hydrogen (pH)* dengan data pada *dataset*. Untuk melakukan perhitungan jarak dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *Eucliden Distance*. Dimana dapat dilihat rumus perhitungan jarak suhu dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* dengan menggunakan *Eucliden Distance* berikut:

$$d_n = \sqrt{(q_{xn} - q_y)^2 + (p_{xn} - p_y)^2}$$

Keterangan:

$d_n$  : jarak ke-n

$q_{xn}$  : nilai suhu pada dataset ke-n

$q_y$  : nilai suhu baru

$p_{xn}$  : nilai pH pada dataset ke-n

$p_y$  : nilai pH baru

Maka:

$$\text{Jarak ke 1} \dots \dots \dots d_1 = \sqrt{(25,01 - 25,93)^2 + (5,57 - 6,95)^2}$$

$$d_1 = 1.658554$$

$$\text{Jarak ke 2} \dots \dots \dots d_2 = \sqrt{(24,92 - 25,93)^2 + (6,07 - 6,95)^2}$$

$$d_2 = 1.339589$$

Langkah tersebut digunakan untuk mendapatkan jarak pada *dataset*. Dengan melakukan langkah perhitungan yang sama maka didapatkan hasil pada tabel 4.5 di bawah.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Jarak

<b>No.</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Ph</b>	<b>Jarak</b>	<b>Klasifikasi Kualitas Air</b>
1	25.01	5.57	1.658554	N
2	24.92	6.07	1.339589	N
3	24.15	5.81	2.113764	N
4	25.76	5.51	1.45	N
5	23.95	5.71	2.336236	N
6	25.07	6.5	0.970618	N
7	24.4	6.41	1.622498	N
8	25.3	6.5	0.774209	N
9	24.51	6.52	1.483678	SB
10	25.93	6.05	0.9	N
11	24.94	6.67	1.028834	SB
12	24.72	6.72	1.231666	SB

13	25.01	6.75	0.941488	SB
14	24.5	6.77	1.441284	SB
15	24.5	6.77	1.441284	SB
16	23.75	6.32	2.269207	N
17	24.23	6.75	1.711724	SB
18	26.12	6.25	0.725328	N
19	23.85	6.5	2.128121	N
20	25.98	6.5	0.452769	N
21	24.01	6.7	1.936208	SB
22	24.67	7.12	1.271417	TB
23	26.05	6.67	0.304631	SB
24	26.22	6.5	0.53535	N
25	23.43	6.41	2.557655	N
26	25.22	7.22	0.759605	TB
27	24.55	7.22	1.406165	TB
28	25.95	6.93	0.028284	SB
29	24.9	5.5	1.778595	N

30	26.07	6.88	0.156525	SB
31	26.7	5.91	1.294025	N
32	24.53	7.32	1.448068	TB
33	25.52	7.31	0.545619	TB
34	26.17	6.95	0.24	SB
35	23.99	7.2	1.956042	TB
36	23.91	7.35	2.059223	TB
37	26.17	7.2	0.346554	TB
38	23.91	7.51	2.096187	TB
39	23.38	7.21	2.563221	TB
40	23.05	7.03	2.881111	TB
41	27.01	6.67	1.115706	SB
42	26.61	7.23	0.735391	TB
43	27.25	6.75	1.335066	SB
44	27.71	6.91	1.780449	SB
45	27.55	7.33	1.663971	TB

Setelah diketahui jarak antara masing-masing data pada *dataset* langkah selanjutnya yaitu pengurutan data secara *ascending*. Pada tabel 4.6 merupakan hasil perhitungan seluruh jarak pada *dataset* yang telah diurutkan secara *ascending* atau dari jarak terkecil ke jarak terbesar atau terjauh.

Tabel 4. 6 Pengurutan Data Secara Ascending

<b>Suhu (°C)</b>	<b>Ph</b>	<b>Jarak</b>	<b>Klasifikasi Kualitas Air</b>
25.95	6.93	0.028284	SB
26.07	6.88	0.156525	SB
26.17	6.95	0.24	SB
26.05	6.67	0.304631	SB
26.17	7.2	0.346554	TB
25.98	6.5	0.452769	N
26.22	6.5	0.53535	N
25.52	7.31	0.545619	TB
26.12	6.25	0.725328	N
26.61	7.23	0.735391	TB
25.22	7.22	0.759605	TB

25.3	6.5	0.774209	N
25.93	6.05	0.9	N
25.01	6.75	0.941488	SB
25.07	6.5	0.970618	N
24.94	6.67	1.028834	SB
27.01	6.67	1.115706	SB
24.72	6.72	1.231666	SB
24.67	7.12	1.271417	TB
26.7	5.91	1.294025	N
27.25	6.75	1.335066	SB
24.92	6.07	1.339589	N
24.55	7.22	1.406165	TB
24.5	6.77	1.441284	SB
24.5	6.77	1.441284	SB
24.53	7.32	1.448068	TB
25.76	5.51	1.45	N
24.51	6.52	1.483678	SB

24.4	6.41	1.622498	N
25.01	5.57	1.658554	N
27.55	7.33	1.663971	TB
24.23	6.75	1.711724	SB
24.9	5.5	1.778595	N
27.71	6.91	1.780449	SB
24.01	6.7	1.936208	SB
23.99	7.2	1.956042	TB
23.91	7.35	2.059223	TB
23.91	7.51	2.096187	TB
24.15	5.81	2.113764	N
23.85	6.5	2.128121	N
23.75	6.32	2.269207	N
23.95	5.71	2.336236	N
23.43	6.41	2.557655	N
23.38	7.21	2.563221	TB
23.05	7.03	2.881111	TB

Langkah selanjutnya yaitu menentukan tetangga terdekat sebanyak  $k$ . Penelitian ini menggunakan  $k$  sebanyak 5 atau  $k=5$ , maka dapat diketahui hasil pengambilan data setelah ditentukan jarak terdekatnya sebanyak 5. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.7. Dari tabel tersebut juga dapat diketahui bahwa data suhu dengan 25,93 dan kadar *potential of Hydrogen (pH)* 6,95 memiliki kualitas air SB (Sedikit Basa).

Tabel 4. 7 Hasil Tetangga Terdekat sebanyak  $K=5$

Suhu (°C)	Ph	Jarak	Klasifikasi Kualitas Air
25.95	6.93	0.028284	SB
26.07	6.88	0.156525	SB
26.17	6.95	0.24	SB
26.05	6.67	0.304631	SB
26.17	7.2	0.346554	TB

#### 4.1.3 Pengujian Dengan RStudio

Pengujian RStudio dengan menggunakan *dataset* yang telah diambil dari tanggal 11 april 2021 sampai dengan tanggal 25 april 2021. Pengambilan data tersebut dilakukan selama 2 jam sekali mulai pukul 06.00, 08.00, 10.00, 12.00,



14.00, 16.00, 18.00, 20.00, dan terakhir pukul 22.00 malam. Sehingga jumlah *dataset* yaitu 135 data sensor. Tabel *dataset* disajikan pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8 Tabel *Dataset*

No	Suhu (°C)	Ph	Klasifikasi
1.	26.45	7.01	2
2.	27.01	6.67	5
3.	26.61	7.23	2
4.	27.25	6.75	5
5.	25.05	6.5	3
6.	24.88	6.01	3
7.	25.22	7.22	2
8.	25.01	6.75	5
9.	23.38	7.21	2
10.	23.91	7.35	2
11.	25.76	5.51	3
12.	24.94	6.67	5
13.	30.45	5.7	3
14.	26.12	5.99	3

15.	26.53	6.02	3
16.	29.27	6.41	3
17.	25.98	6.5	3
18.	26.05	6.67	5
19.	23.43	6.41	3
20.	24.15	5.81	3
21.	24.23	6.75	5
22.	25.52	7.31	2
23.	25.93	6.05	3
24.	25.45	7.12	2
25.	25.22	5.82	3
26.	24.98	6.2	3
27.	25.44	7.45	2
28.	24.67	6.67	5
29.	27.55	7.33	2
30.	25.3	6.5	3
31.	26.17	6.95	5

32.	24.67	7.12	2
33.	26.12	6.25	3
34.	26.17	7.2	2
35.	24.4	6.41	3
36.	24.53	7.32	2
37.	23.75	6.32	3
38.	24.31	6.11	3
39.	25.27	7.42	2
40.	24.8	7.35	2
41.	26.31	7.51	2
42.	29.49	6.69	5
43.	23.91	7.51	2
44.	23.05	7.03	2
45.	23.85	6.5	3
46.	23.95	5.51	3
47.	25.01	5.57	3
48.	26.73	5.87	3

49.	27.91	6.65	5
50	28.2	6.75	5
51.	28.51	6.85	5
52.	28.77	5.9	3
53.	24.55	7.22	2
54.	24.72	6.72	5
55.	24.92	6.07	3
56.	25.93	6.95	5
57.	26.07	6.88	5
58.	26.22	6.5	3
59.	27.57	7.23	2
60.	26.93	7.51	2
61.	27.21	6.92	5
62.	28.05	6.5	3
63.	29.37	5.87	3
64.	28.51	5.99	3
65.	27.03	6.81	5

66.	27.99	7.03	2
67.	26.12	6.92	5
68.	25.07	6.5	3
69.	24.51	6.52	5
70.	25.95	6.93	5
71.	24.01	6.7	5
72.	23.99	7.2	2
73.	27.09	5.82	3
74.	28.07	5.89	3
75.	29.09	5.92	3
76.	23.33	6.32	3
77.	27.73	6.41	3
78.	24.7	6.59	5
79.	25.09	6.72	5
80.	24.04	7.81	2
81.	24.44	7.8	2
82.	25.77	6.73	5

83.	26.7	5.91	3
84.	24.9	5.5	3
85.	27.71	6.91	5
86.	28.7	5.59	3
87.	27.07	5.9	3
88.	26.06	6.73	5
89.	24.81	6,63	5
90.	24.03	5.71	3
91.	25.01	6.69	5
92.	25.26	6.66	5
93.	25.09	7.21	2
94.	24.44	5.98	3
95.	27.07	6.76	5
96.	26.91	7.61	2
97.	26.01	6.5	3
98.	25.99	6.52	5
99.	25.95	6.03	3

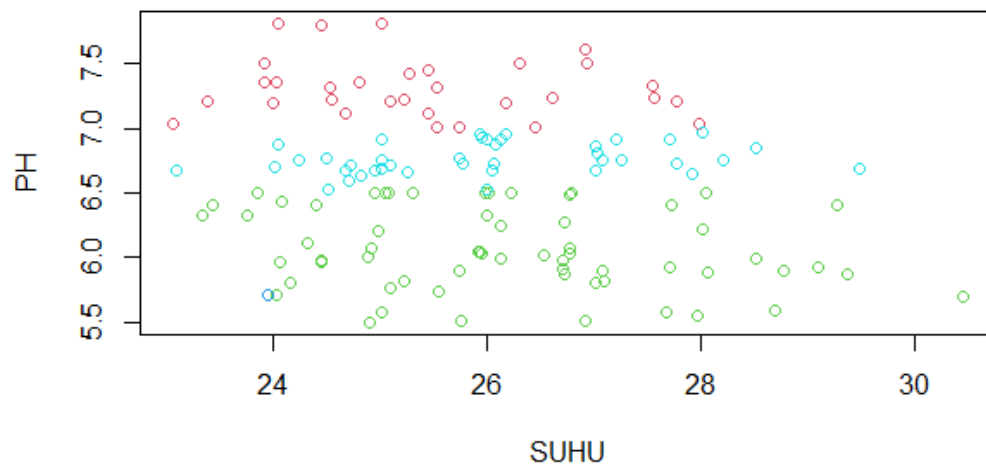
100.	26.73	6.27	3
101.	27.01	5.81	3
102.	25.09	5.76	3
103.	27.77	6.73	5
104.	28.01	6.97	5
105.	25.01	7.81	2
106.	24.95	6.5	3
107.	24.44	5.97	3
108.	23.09	6.67	5
109.	24.05	6.88	5
110.	27.77	7.21	2
111.	25.52	7.01	2
112.	27.01	6.86	5
113.	27.97	5.55	3
114.	26.71	5.98	3
115.	25.55	5.73	3
116.	26.77	6.07	3

117.	28.01	6.22	3
118.	27.73	6.41	3
119.	26.79	6.5	3
120.	25.73	7.01	2
121.	25.01	6.91	5
122.	26.77	6.49	3
123.	25.99	6.32	3
124.	27.71	5.93	3
125.	26.91	5.51	3
126.	25.99	6.92	5
127.	24.03	7.36	2
128.	24.5	6.77	5
129.	26.77	6.03	3
130.	27.67	5.58	3
131.	25.73	5.9	3
132.	24.06	5.96	3
133.	25.73	6.77	5



134.	25.91	6.05	3
135.	24.07	6.43	3

Pada gambar 4.2 di bawah merupakan hasil plot persebaran *dataset* pengujian metode *K-Nearest Neighbor*. Proses gambar plot persebaran *dataset* tersebut dengan melakukan import data dari *dataset* diatas dengan mengubah ke format .csv kemudian diimport ke RStudio dengan bahasa R. Dengan melakukan proses data sehingga menghasilkan gambaran plot persebaran *dataset*.



Gambar 4. 2 Plot Persebaran *Dataset* Dengan RStudio

Langkah selanjutnya yaitu membagi *dataset* dengan menjadi dua bagian yaitu data latih (*training set*) dan data uji (*testing set*). Pembagian data tersebut dilakukan secara acak pada *software* Studio yaitu dengan perbandingan 70%:30%. Dari perbandingan tersebut jumlah dari data latih (*training set*) sebanyak 94 data

dan jumlah dari data uji (*testing set*) sebanyak 41 data. Tabel data latih (*training set*) dan tabel data uji (*testing set*) dapat dilihat pada tabel 4.9 dan tabel 4.10.

Tabel 4. 9 Tabel Data Latih (*Training Set*)

No	Suhu (°C)	Ph	Klasifikasi
1.	24.72	6.72	5
2.	27.71	6.91	5
3.	24.44	7.8	2
4.	23.38	7.21	2
5.	24.07	6.43	3
6.	25.55	5.73	3
7.	26.17	6.95	5
8.	23.09	6.67	5
9.	23.99	7.2	2
10.	27.07	5.9	3
11.	24.88	6.01	3
12.	25.01	6.91	5
13.	25.76	5.51	3
14.	28.51	6.85	5

15.	27.01	5.81	3
16.	25.22	5.82	3
17.	27.01	6.67	5
18.	25.27	7.42	2
19.	24.67	7.12	2
20.	24.95	6.5	3
21.	24.8	7.35	2
22.	27.57	7.23	2
23.	28.7	5.59	3
24.	24.4	6.41	3
25.	25.99	6.32	3
26.	27.73	6.41	3
27.	26.79	6.5	3
28.	28.01	6.97	5
29.	25.95	6.93	5
30.	26.53	6.02	3
31.	24.92	6.07	3

32.	25.73	5.9	3
33.	26.31	7.51	2
34.	27.21	6.92	5
35.	25.26	6.66	5
36.	26.93	7.51	2
37.	27.03	6.81	5
38.	24.05	6.88	5
39.	24.06	5.96	3
40.	27.91	6.65	5
41.	24.51	6.52	5
42.	25.01	6.69	5
43.	25.09	7.21	2
44.	27.99	7.03	2
45.	26.77	6.03	3
46.	24.7	6.59	5
47.	24.81	6.63	5
48.	25.91	6.05	3

49.	25.99	6.92	5
50	24.44	5.97	3
51.	26.73	5.87	3
52.	27.07	6.76	5
53.	29.37	5.87	3
54.	25.73	7.01	2
55.	25.98	6.5	3
56.	28.05	6.5	3
57.	26.12	6.25	3
58.	27.67	5.58	3
59.	24.15	5.81	3
60.	28.51	5.99	3
61.	27.77	7.21	2
62.	26.91	7.61	2
63.	24.44	5.98	3
64.	25.05	6.5	3
65.	25.44	7.45	2

66.	25.95	6.03	3
67.	25.09	5.76	3
68.	25.93	6.95	5
69.	24.53	7.32	2
70.	29.09	5.92	3
71.	28.77	5.9	3
72.	25.45	7.12	2
73.	26.17	7.2	2
74.	25.01	5.57	3
75.	27.71	5.93	3
76.	28.2	6.75	5
77.	26.61	7.23	2
78.	24.9	5.5	3
79.	26.7	5.91	3
80.	26.77	6.07	3
81.	25.3	6.5	3
82.	29.49	6.69	5

83.	30.45	5.7	3
84.	29.27	6.41	3
85.	23.91	7.51	2
86.	26.12	6.92	5
87.	26.06	6.73	5
88.	25.01	7.81	2
89.	24.04	7.81	2
90.	27.55	7.33	2
91.	24.67	6.67	5
92.	24.55	7.22	2
93.	25.22	7.22	2
94.	26.05	6.67	5

Tabel 4. 10 Tabel Data Uji (*Testing Set*)

No	Suhu (°C)	Ph	Klasifikasi
1.	26.45	7.01	2
2.	27.25	6.75	5
3.	25.01	6.75	5

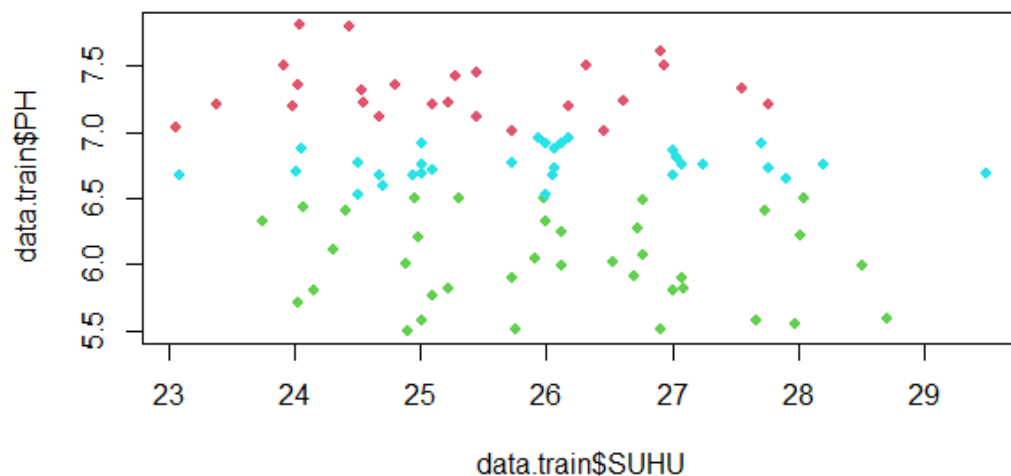
4.	23.91	7.35	2
5.	24.94	6.67	5
6.	26.12	5.99	3
7.	23.43	6.41	3
8.	24.23	6.75	5
9.	25.52	7.31	2
10.	25.93	6.05	3
11.	24.98	6.2	3
12.	23.75	6.32	3
13.	24.31	6.11	3
14.	23.05	7.03	2
15.	23.85	6.5	3
16.	23.95	5.71	3
17.	26.07	6.88	5
18.	26.22	6.5	3
19.	25.07	6.5	3
20.	24.01	6.7	5



21.	27.09	5.82	3
22.	28.07	5.89	3
23.	23.33	6.32	3
24.	25.09	6.72	5
25.	25.77	6.73	5
26.	24.03	5.71	3
27.	26.01	6.5	3
28.	25.99	6.52	5
29.	26.73	6.27	3
30.	27.77	6.73	5
31.	25.52	7.01	2
32.	27.01	6.86	5
33.	27.97	5.55	3
34.	26.71	5.98	3
35.	28.01	6.22	3
36.	27.73	6.41	3
37.	26.77	6.49	3

38.	26.91	5.51	3
39.	24.03	7.36	2
40.	24.5	6.77	5
41.	25.73	6.77	5

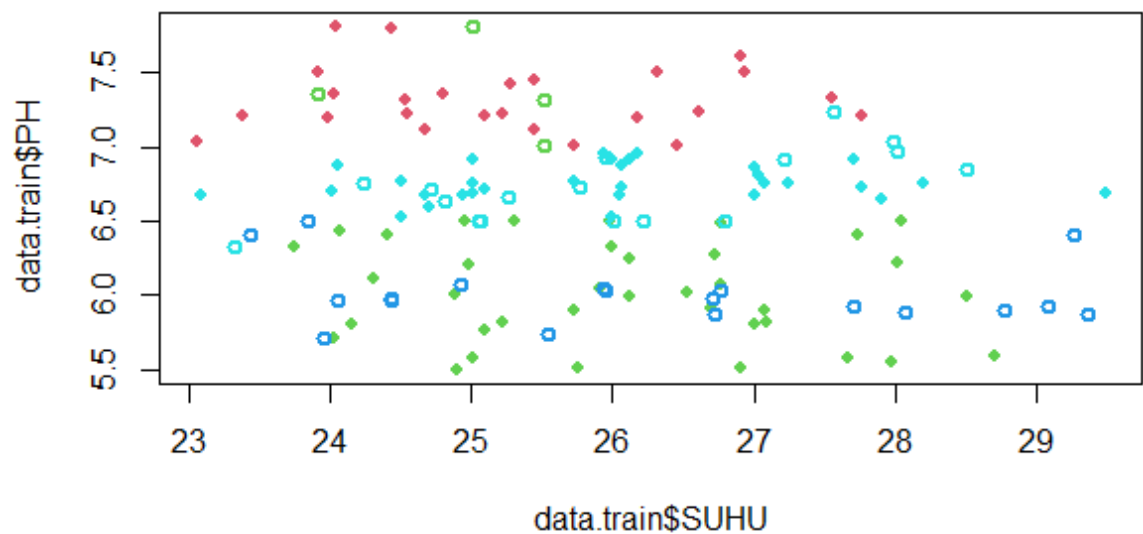
Pada gambar 4.3 di bawah merupakan plot persebaran data latih (*training set*) dengan *software* RStudio. Warna merah pada plot persebaran tersebut merupakan klasifikasi dari TB (Terlalu Basa). Warna biru merupakan klasifikasi dari SB (Sedikit Basa). Warna hijau merupakan klasifikasi dari N (Normal).



Gambar 4. 3 Plot Persebaran Data Latih (*Training Set*)

Pada gambar 4.4 dibawah merupakan hasil dari penambahan plot persebaran data uji (*testing set*). Pada gambar tersebut dapat diketahui

hasil dari pengujian data uji lebih masuk ke dalam kriteria warna merah pada plot persebaran tersebut merupakan klasifikasi dari TB (Terlalu Basa). Warna biru merupakan klasifikasi dari SB (Sedikit Basa). Warna hijau merupakan klasifikasi dari N (Normal).



Gambar 4. 4 Plot Persebaran Data Uji (*Testing Set*)

Dengan menggunakan *software* RStudio dengan bahasa R, peneliti juga dapat mengetahui hasil pengujian dengan *confussion matrix*. *Confussion matrix* bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), dan *recall*. Tabel *confussion matrix* disajikan pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Tabel Confussion Matrix

AKTUAL	PREDIKTED			
		TB	N	SB
	TB	6	0	0
	N	0	19	4
	SB	1	0	11

Dari tabel *confussion matrix* di atas dapat dilakukan perhitungan nilai akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), dan *recall*. Jumlah yang memiliki nilai *True Positive* yaitu apabila nilai prediksi dan nilai aktual memiliki nilai yang sama. Sedangkan *False Negative* apabila nilai aktualnya salah dan diprediksi benar. *False Positive* apabila nilai aktualnya salah dan diprediksi benar. Sedangkan *True Negative* yaitu apabila nilai aktualnya salah dan diprediksi salah. Untuk mengetahui nilai akurasi dapat melakukan perhitungan berikut.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100\%$$

$$Accuracy = \frac{6 + 19 + 11}{6 + 19 + 4 + 1 + 11} \times 100\% = 87,80\%$$

Untuk melakukan perhitungan presisi dengan rumus berikut.

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\%$$

$$\text{Presisi}_{\text{TB}} = \frac{6}{6 + 0} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Presisi}_{\text{N}} = \frac{19}{19 + 4} \times 100\% = 82,60\%$$

$$\text{Presisi}_{\text{SB}} = \frac{11}{1 + 11} \times 100\% = 91,66 \%$$

Untuk melakukan perhitungan selanjutnya yaitu menghitung nilai *recall*. Nilai *recall* digunakan untuk perhitungan kelengkapan sebuah algoritma. Perhitungan *recall* dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} \times 100\%$$

$$\text{Recall}_{\text{TB}} = \frac{6}{6 + 1} \times 100\% = 85,71\%$$

$$\text{Recall}_{\text{N}} = \frac{19}{19 + 0} \times 100\% = 100\%$$

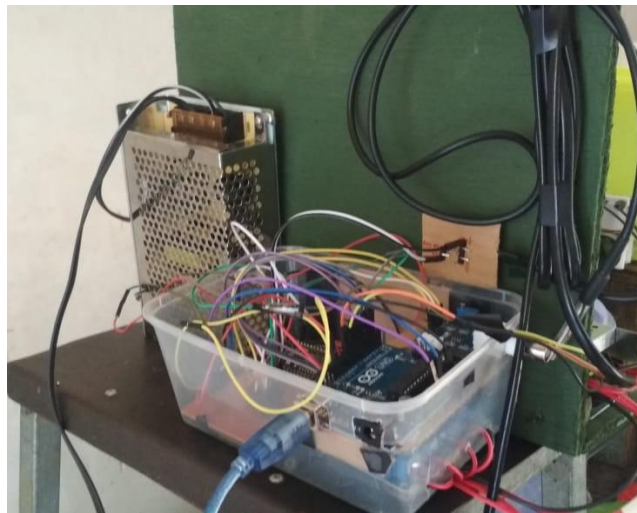
$$\text{Recall}_{\text{SB}} = \frac{11}{4 + 11} \times 100\% = 73,33\%$$

#### 4.1.4 Sistem Hardware

Pada penelitian yang telah dilakukan, peneliti telah membuat sistem untuk mengetahui suhu dan mengontrol kadar pH (*potential of Hydrogen*) berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan media aquaponik. Peneliti menggunakan mikrokontroller Arduino ATmega 16 sebagai server utama, kemudian dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 data akan dikirim ke database Mysql. Sistem ini dihubungkan dengan menggunakan jaringan internet.

#### 4.1.4.1 Server Arduino ATmega 16

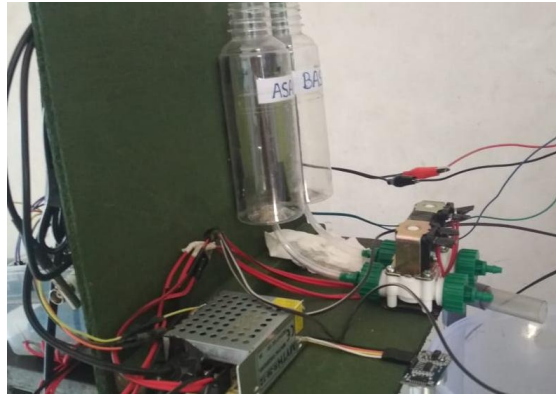
Pada penelitian ini arduino atmega 16 merupakan sebuah server yang bertugas sebagai penghubung dari semua sensor baik sensor suhu DS18B20 dan sensor modele pH meter. Selain itu server ini memiliki koneksi dengan internet yang dapat memudahkan pengguna dalam melakukan pengecekan dan pengontrolan. Pada gambar 4.5 berikut merupakan rangkaian alat yang terhubung dengan arduino atmega 16.



Gambar 4. 5 Server Arduino ATmega 16

#### 4.1.4.2 Pengontrol Kadar pH (*potential of Hydrogen*)

Pengontrolan kadar pH (*potential of Hydrogen*) disajikan pada gambar 4.6. Pada pengontrolan kadar pH (*potential of Hydrogen*) tersebut menggunakan dua solenoid 1/2 inchi dengan 12 volt. Selenoid tersebut akan keluar cairan asam atau basa apabila air pada tendon tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman kangkung.



Gambar 4. 6 Pengontrolan Kadar pH (*potential of Hydrogen*)

#### 4.1.4.3 Tampilan Keseluruhan Sistem

Pada gambar 4.7 disajikan gambar keseluruhan sistem. Air dari aquarium dipompa ke atas menuju tandon sebelum dialirkan ke tanaman kangkung. Pada tandon tersebut terjadi proses pengecekan suhu dan kadar (*potential of Hydrogen*). Apabila kadar (*potential of Hydrogen*) tidak sesuai kebutuhan maka solenoid akan menyala secara otomatis.



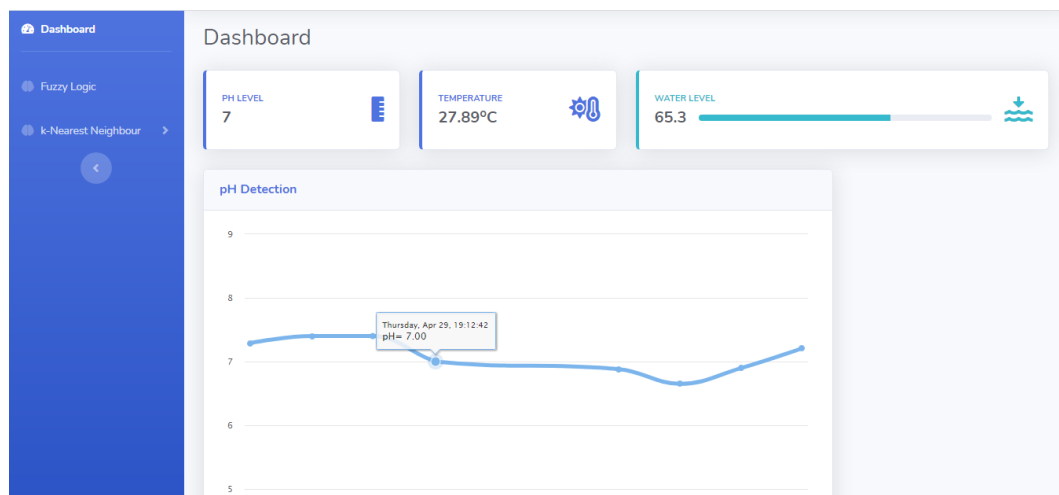
Gambar 4. 7 Tampilan Keseluruhan Sistem

### 4.1.5 System Interface

Untuk pembangunan *system interface* peneliti menggunakan *CodeIgniter* sebagai sistem pembuatan web. *System interface* yang telah dibangun oleh peneliti bersifat *Responsive Web Design (RWD)*, sehingga dapat digunakan di komputer, laptop, maupun perangkat mobile.

#### 4.1.5.1 Tampilan Utama

Pada gambar 4.8 di bawah merupakan *system interface* halaman utama.

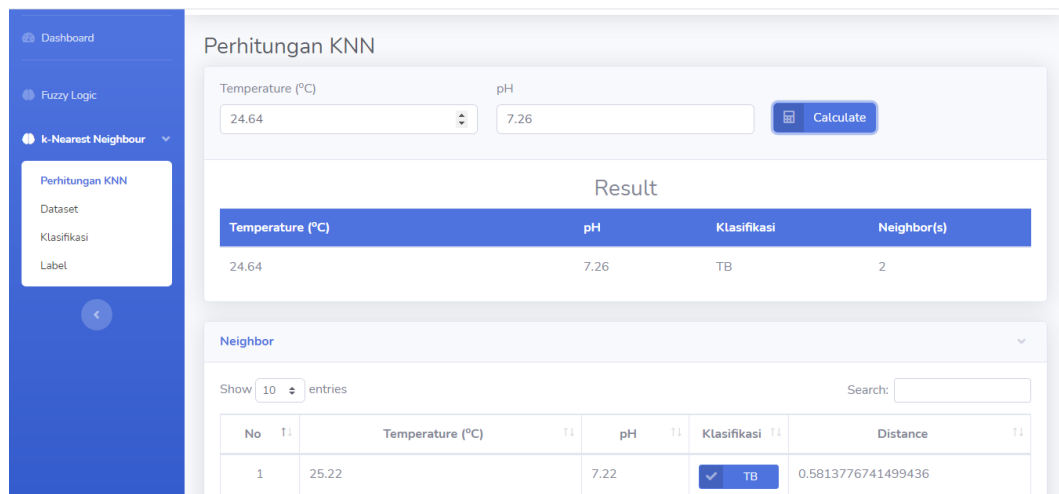


Gambar 4. 8 System *Inteface* Halaman Utama

#### 4.1.5.2 Tampilan Metode *K-Nearest Neighbor*

Pada gambar 4.9 berikut merupakan halaman dari metode *K-Nearest Neighbor*. Pada halaman ini dapat dilakukan perhitungan *K-Nearest Neighbor* yaitu dengan menginputkan data suhu dan kadar (*potential of Hydrogen*). Kemudian data akan secara otomatis menghitung dan menentukan klasifikasi.





**Perhitungan KNN**

Temperature (°C): 24.64      pH: 7.26      **Calculate**

**Result**

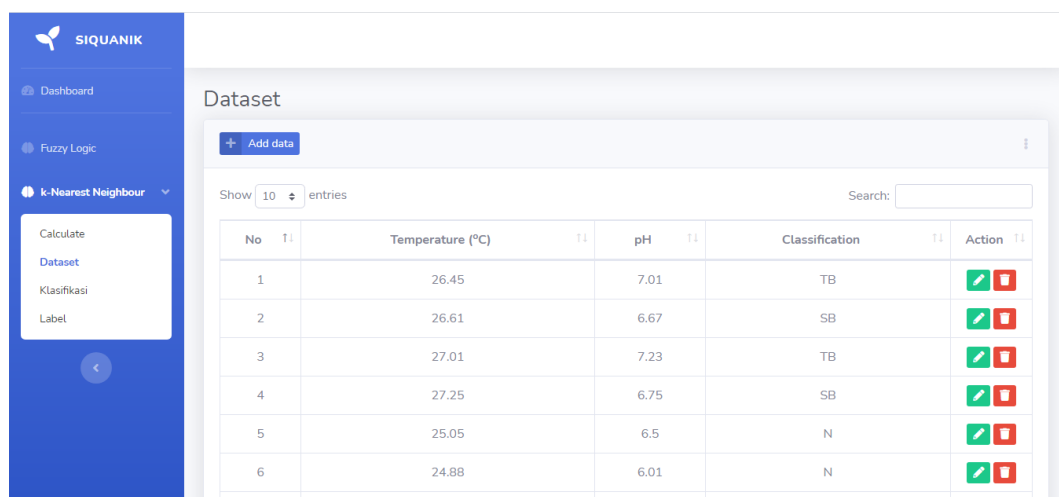
Temperature (°C)	pH	Klasifikasi	Neighbor(s)
24.64	7.26	TB	2

**Neighbor**

Show 10 entries      Search:

No	Temperature (°C)	pH	Klasifikasi	Distance
1	25.22	7.22	<input checked="" type="checkbox"/> TB	0.5813776741499436

Gambar 4. 9 Perhitungan KNN



**Dataset**

**+ Add data**

Show 10 entries      Search:

No	Temperature (°C)	pH	Classification	Action
1	26.45	7.01	TB	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	26.61	6.67	SB	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	27.01	7.23	TB	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	27.25	6.75	SB	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	25.05	6.5	N	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	24.88	6.01	N	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Gambar 4. 10 Dataset

Pada gambar 4.11 merupakan halaman klasifikasi. Pada table klasifikasi tersebut diperoleh data dari sensor suhu dan kadar (*potential of Hydrogen*) yang telah dikirim dengan NodeMCU.



SIQUANIK

Dashboard

Fuzzy Logic

k-Nearest Neighbour

Perhitungan KNN

Dataset




Klasifikasi

Label

Klasifikasi

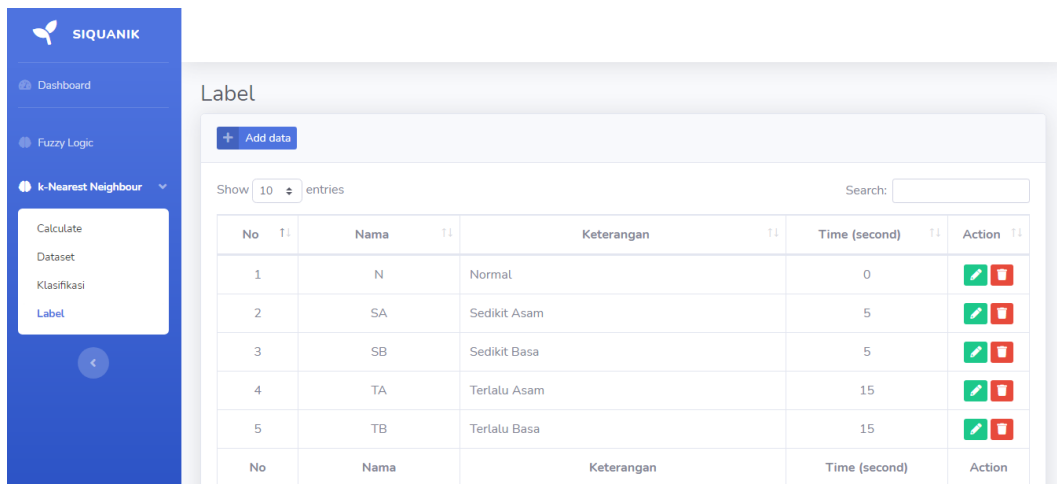
Show 10 entries

Search:

No	Temperature (°C)	pH	Classification	Action
1	26.44	7.01	TB	 
2	27.25	6.75	SB	 
3	25.01	6.75	SB	 
4	23.91	7.35	TB	 
5	24.94	6.67	SB	 
6	26.12	5.99	N	 
7	23.43	6.41	N	 
8	24.23	6.75	SB	 

Gambar 4. 11 Klasifikasi

Pada halaman label pada gambar 4.12 dituliskan lima label klasifikasi yaitu N (Normal), SA (Sedikit Asam), SB (Sedikit Basa), TA (Terlalu Asam), TB (Terlalu Basa).



SIQUANIK

Dashboard

Fuzzy Logic

k-Nearest Neighbour

Calculate

Dataset

Klasifikasi











Label

Label

+ Add data

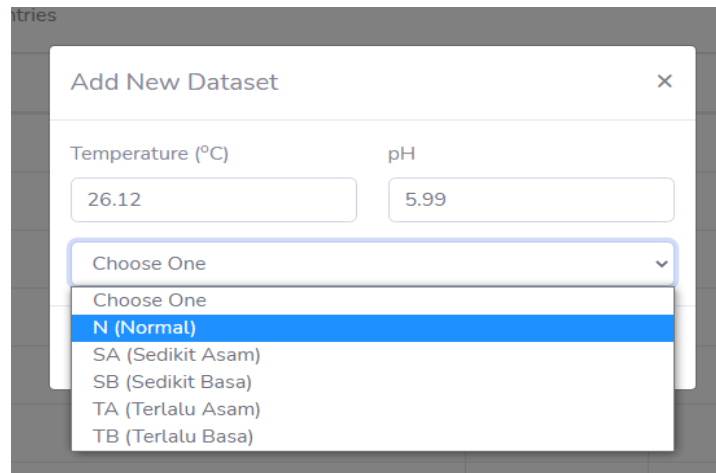
Show 10 entries

Search:

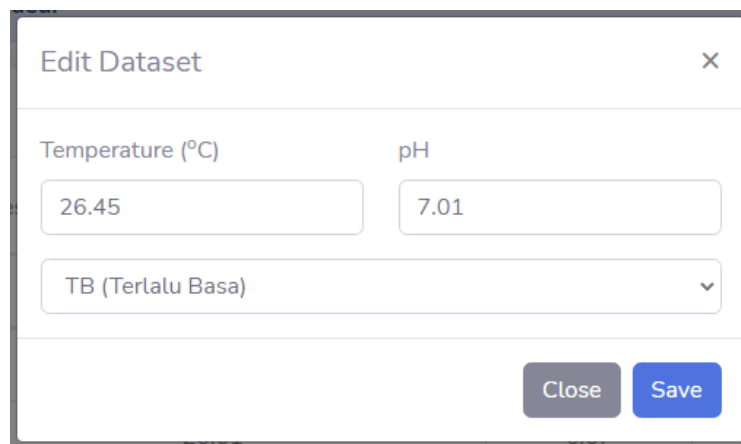
No	Nama	Keterangan	Time (second)	Action
1	N	Normal	0	 
2	SA	Sedikit Asam	5	 
3	SB	Sedikit Basa	5	 
4	TA	Terlalu Asam	15	 
5	TB	Terlalu Basa	15	 
No	Nama	Keterangan	Time (second)	Action

Gambar 4. 12 Label

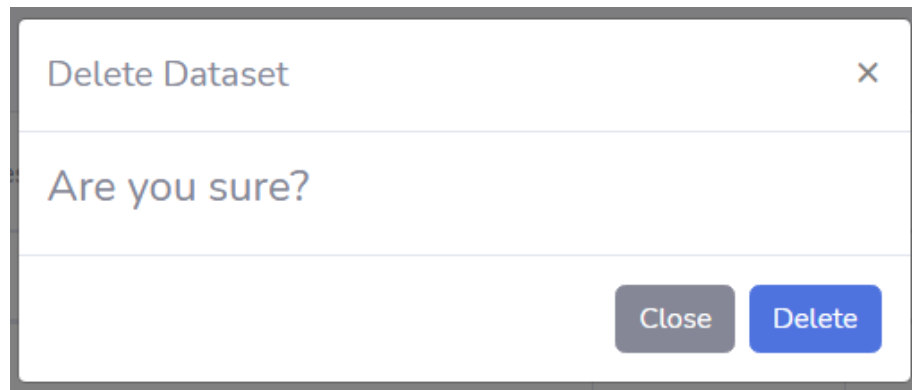
Pada halaman dataset dan label terdapat *add data*, selain itu terdapat *action* untuk melakukan *update* dan *delete*.



Gambar 4. 13 *Add Data*



Gambar 4. 14 *Edit Data*



Gambar 4. 15 Delete Data

#### 4.1.6 Integrasi Islam

Dalam penelitian pengontrolan suhu dan kadar *pH* (*potential of Hydrogen*) pada media aquaponik berbasis *Internet of Things* ini diharapkan petani dapat memanfaatkan teknologi yang ada secara maksimal dalam mengelola bahan pangan yang ada. Dengan keterbatasan lahan pada daerah perkotaan maka media aquaponik dapat dijadikan salah satu solusi, untuk melakukan penanaman bahan pangan seperti sayuran. Allah berfirman dalam Al-Quran surah Abasa: 24-32 sebagai berikut:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ {24} أَنَا صَبَّبْنَا الْمَاءَ صَبًّا {25} ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا {26} فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا {27} وَعَبَبْنَا وَقَضَبًا {28} وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا {29} وَحَدَائِقَ غُلْبًا {30} وَفَكْهَةً وَأَبَا {31} مَتَعًا لَكُمْ وَلَئِنْ كُنْتُمْ لَآتِيكُمْ {32}

Arti : “Maka hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya (24) Sesungguhnya Kami benar-benar telah mencurahkan air (dari langit) (25) kemudian Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya (26) lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu (27) anggur dan sayur-sayuran (28) zaitun dan kurma (29)

kebun-kebun (yang) lebat (30) dan buah-buahan serta rumput-rumputan (31) untuk kesenanganmu dan untuk hewan-hewan ternakmu (32).” [Abasa: 24-32].

Dalam tafsir Jalalain sudah ditafsirkan sebagai berikut:

Dalam kitab tafsir yang ada terdapat tafsiran para mufasir yang menafsirkan surah Abasa ayat 24-32 sebagai kenikmatan, kesenangan dan juga manfaat pada tumbuh-tumbuhan yang sudah diciptakan oleh Allah swt untuk manusia serta hewan ternaknya. Seperti dalam tafsir al-Qur'an al-Azim karya Ibnu Katsir yang menyatakan pada ayat 24 mengandung penyebutan nikmat Allah swt sekaligus menunjukkan bahwa jasad-jasad ini setelah menjadi tulang belulang yang hancur dimakan tanah dan bercerai berai akan dihidupkan lagi. Hal ini diutarakan melalui analogi dihidupkannya tumbuhan dari tanah yang mati.

Dari tafsir di atas dapat diambil kesimpulan bahwa Allah lah yang sepenuhnya memberikan nikmat yang luar biasa untuk umat manusia. Nikmat yang telah diberikan yaitu berupa tumbuhan yang hidup dengan subur dan binatang ternak. Oleh karena itu umat manusia harus memanfaatkan nikmat dari Allah SWT dengan sebaik-baiknya, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan tumbuhan yang ada di bumi dengan melakukan pengamatan tanaman untuk mengamati kebutuhan suhu dan kadar pH. Dengan ini maka sistem monitoring diperlukan untuk menjaga tumbuhan agar tetap tumbuh dengan subur dan sesuai dengan pH yang dibutuhkan oleh tanaman.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yaitu dengan melakukan pengecekan menggunakan RStudio diperoleh tabel *Confussion Matrix*, sehingga didapatkan nilai *accuracy*, presisi, *recall*. Nilai *accuracy* yang diperoleh sebesar 87,80% hal ini menunjukkan tingkat kinerja algoritma *K-Nearest Neighbor*, sedangkan nilai presisi 91,42% hal ini menunjukkan perhitungan berapa persen data yang benar dari data yang diprediksi benar, dan nilai *recall* 89,76% hal ini menunjukkan perhitungan berapa persen data yang diprediksi benar dibandingkan data yang sebenarnya. Dari sistem ini pengambilan data kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan data suhu air dapat dilakukan secara otomatis dan dikirim selama waktu yang ditentukan yaitu 2 jam sekali, kemudian data akan tersimpan pada *database* server. Untuk mengetahui suhu dan pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* akan berjalan otomatis, cairan asam dan basa akan keluar secara otomatis sesuai jangka waktu yang telah ditentukan pada label.

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian sistem pengontrolan kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan suhu dengan menggunakan media aquaponik dapat dilakukan pengembangan sistem agar lebih berkembang, adapun saran yang mungkin dapat dilakukan untuk penelitian berikutnya yaitu:

1. Sistem ini dapat diimplementasikan dengan menggunakan metode yang berbeda, sehingga dapat diketahui metode mana yang lebih efektif untuk pengembangan sistem kedepannya.
2. Pengontrolan yang dapat dilakukan tidak hanya dapat mengontrol kadar *potential of Hydrogen (pH)* dan memberi informasi suhu air tetapi dapat dilakukan pengontrolan yang lain sehingga sistem akan lebih kompleks.
3. Sistem ini dapat dikembangkan dan dipromosikan ke masyarakat, sehingga sistem ini dapat dijadikan salah satu alternatif untuk masyarakat yang ingin melakukan penanaman sayuran dan tidak memiliki lahan yang luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah, A., Ilhamsyah, & Rismawan, T. (2016). PROTOTYPE KUNCI OTOMATIS PADA PINTU BERDASARKAN SUARA PENGGUNA MENGGUNAKAN METODE KNN (K-NEAREST NEIGHBOR). *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*.
- Dinambar, B. P., Sari, D. P., & Irdyanti, Y. (2017). ANALYSIS OF THE MEASUREMENT OF PH LEVELS AND LEVELS OF WATER CLARITY ON THE SHIP'S ROBOT. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*.
- Fadhlillah, R. H., Dwiratna, S., & Amaru, K. (2019). Kinerja Sistem Fertigasi Rakit Apung Pada Budi Daya Tanaman Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir.). *Jurnal Pertanian Tropik*.
- Graber, A., & Junge, R. (2009). Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *ELSEVIER*.
- Haryanto, Ulum, M., Ibadillah, A. F., Alfita, R., Aji, K., & Rizkyandi, R. (2019). Smart aquaponic system based Internet of Things (IoT). *ICCGANT Journal of Physics*.
- Krisandi, N., Helmi, & Prihandono, B. (2013). ALGORITMA k-NEAREST NEIGHBOR DALAM KLASIFIKASI DATA HASIL PRODUKSI KELAPA SAWIT PADA PT. MINAMAS KECAMATAN PARINDU. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*.
- Lestari, W. (2013). Penggunaan *Ipomoea aquatica* Forsk. untuk Fitoremediasi Limbah Rumah Tangga. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.
- Purnamasari, I., & Rezasatria, M. (2019). RANCANG BANGUN PENGENDALI KIPAS ANGIN BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 16 MELALUI APLIKASI ANDROID DENGAN BLUETOOTH. *Jurnal SIMETRIS*.
- Ramadhan, A., & Ramba, L. S. (2016). Sistem Pengaturan Suhu Air Menggunakan Kendali PID berbasis LabVIEW. *TELEKONTRAN*.
- Turang, D. A. (2015). PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE. *Seminar Nasional Informatika*.
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *ELSEVIER*.
- Utama, Y. A. (2016). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini. *e-Jurnal NARODROID*.
- Vidyanti, R. A., Rachmaniyah, & Rokhmalia, F. (2020). FITOREMEDIASI TANAMAN KANGKUNG AIR (*Ipomoea aquatica*) DALAM MENURUNKAN KADAR TIMBAL (Pb) PADA AIR SUMUR. *GEMA Lingkungan Kesehatan*.
- Wardani, S. H., Rismawan, T., & Bahri, S. (2016). Aplikasi Klasifikasi Jenis Tumbuhan Mangrove Berdasarkan Karakteristik Morfologi Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Berbasis Web. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*.